

非常時のアドホック通信ネットワークの活用に関する研究会 中間取りまとめ(骨子案)

1. 背景
2. ユースケースと課題の整理
3. 技術的検討
4. 社会実装に向けて

1. 背景

1-1. 災害時における通信

1-1-1. 東日本大震災における通信の状況

1-1-2. 熊本地震における通信の状況

1-1-3. 災害時における通信確保の必要性

1-2. 車載通信機、スマートフォンの普及

1-3. アドホック通信ネットワーク

1-3-1. アドホック通信ネットワークとは

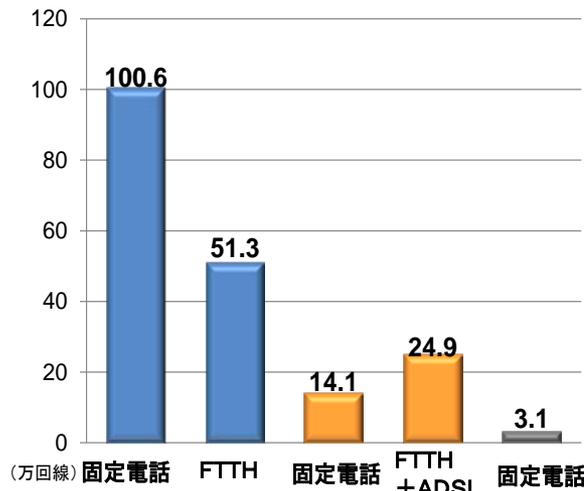
1-3-2. 関連するこれまでの取組事例

1-4. 災害時におけるアドホック通信ネットワークの活用

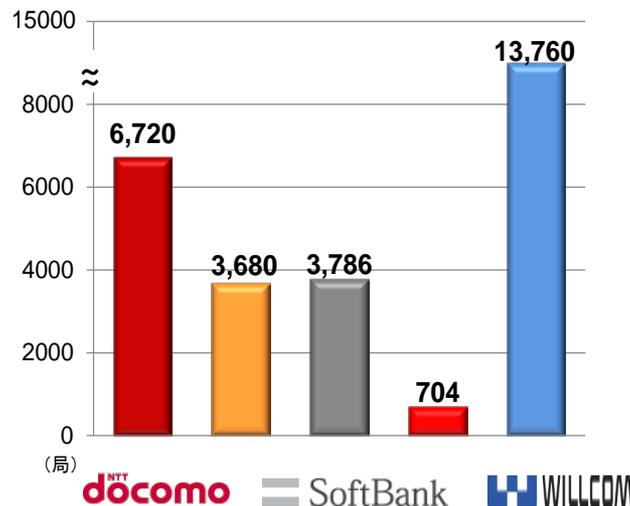
東日本大震災における通信被害の状況

東日本大震災では、通信回線や基地局が被災し、被災3県を中心に大規模な通信の途絶等が発生。

固定通信の最大被災回線数



移动通信の最大停止基地局数



■ 固定通信では、最大で合計約190万回線の通信回線が被災。

※ 大半は東北地方の回線。なお、東北・関東の総回線契約数は約2,400万回線。

■ 移动通信では、最大で合計約2万9千局(携帯のみで約1万5千局)の基地局が停止。

※ 大半は東北地方の基地局。なお、東北・関東の総基地局数は約13万2千局。

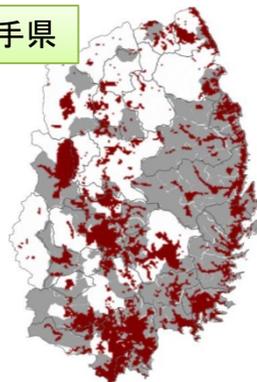
通信途絶状況の地理的広がり

被災3県における
震災2日後(3/13)の通信途絶状況

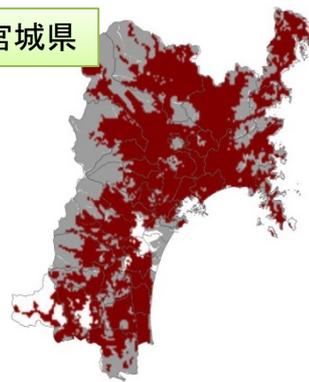
- 固定電話サービス不通地域(NTT東) ※1
- 携帯電話サービス不通地域(ドコモ) ※2

※1 利用者宅とNTT通信ビル間の回線切断等の可能性があるため、図中白い地域でも固定電話サービスを利用できない場合がある。
※2 東日本大震災発生以前において携帯電話サービスが利用可能であった地域のうち、不通となっている地域を示したもの。

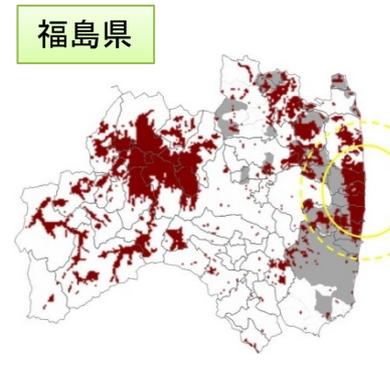
岩手県



宮城県



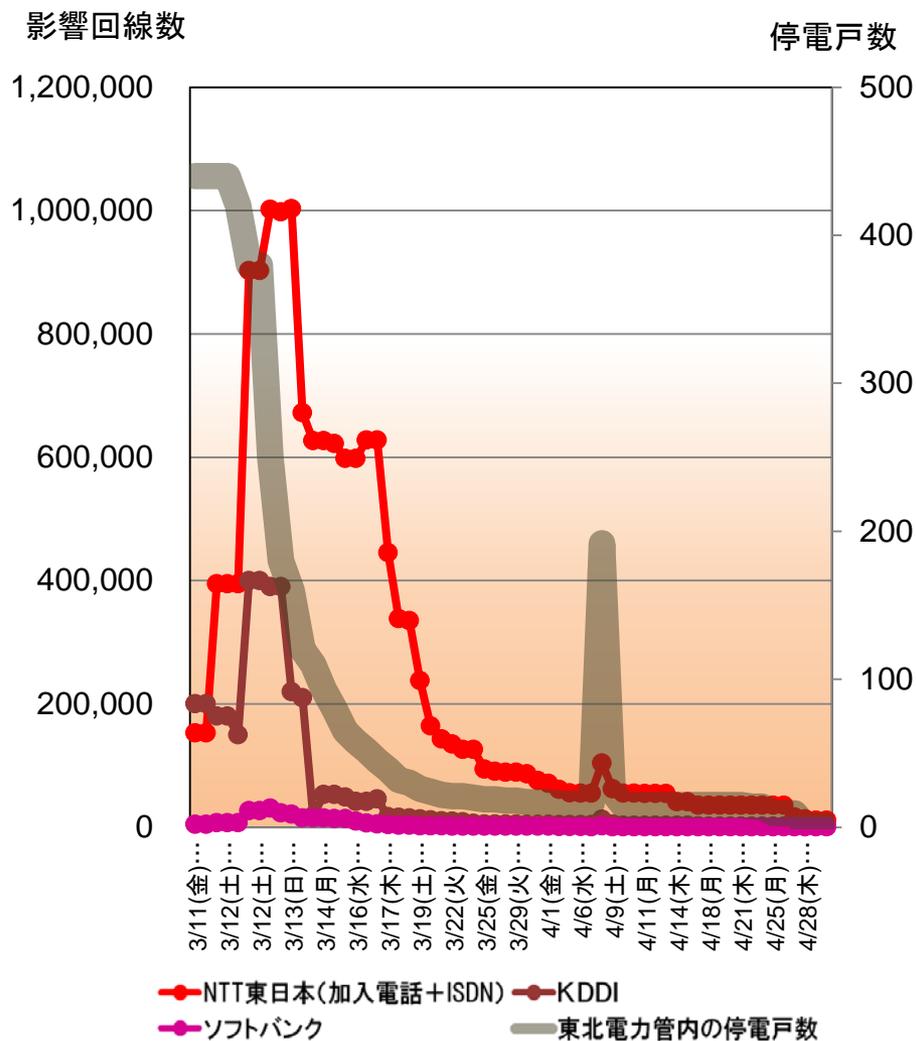
福島県



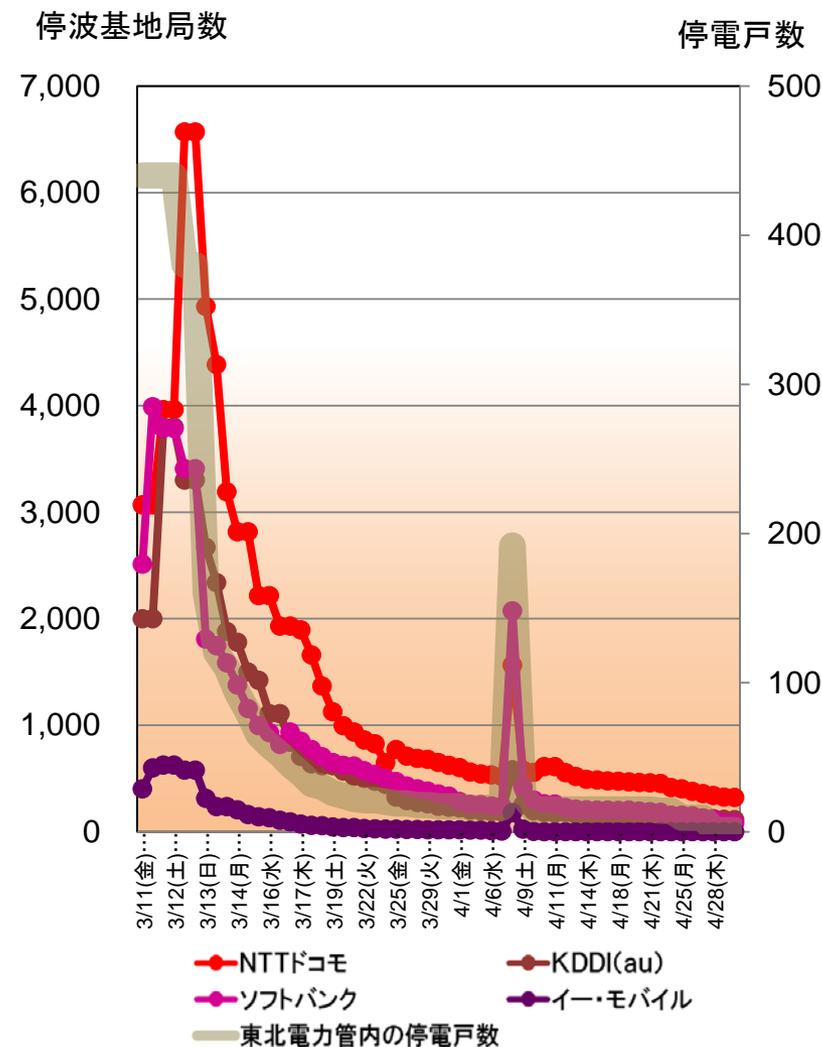
東日本大震災における通信被害の時間推移

東日本大震災により、固定電話回線への影響、携帯電話基地局の停波が長期間にわたり継続。

固定電話の影響回線数の時間推移



携帯電話の停波基地局数の時間推移

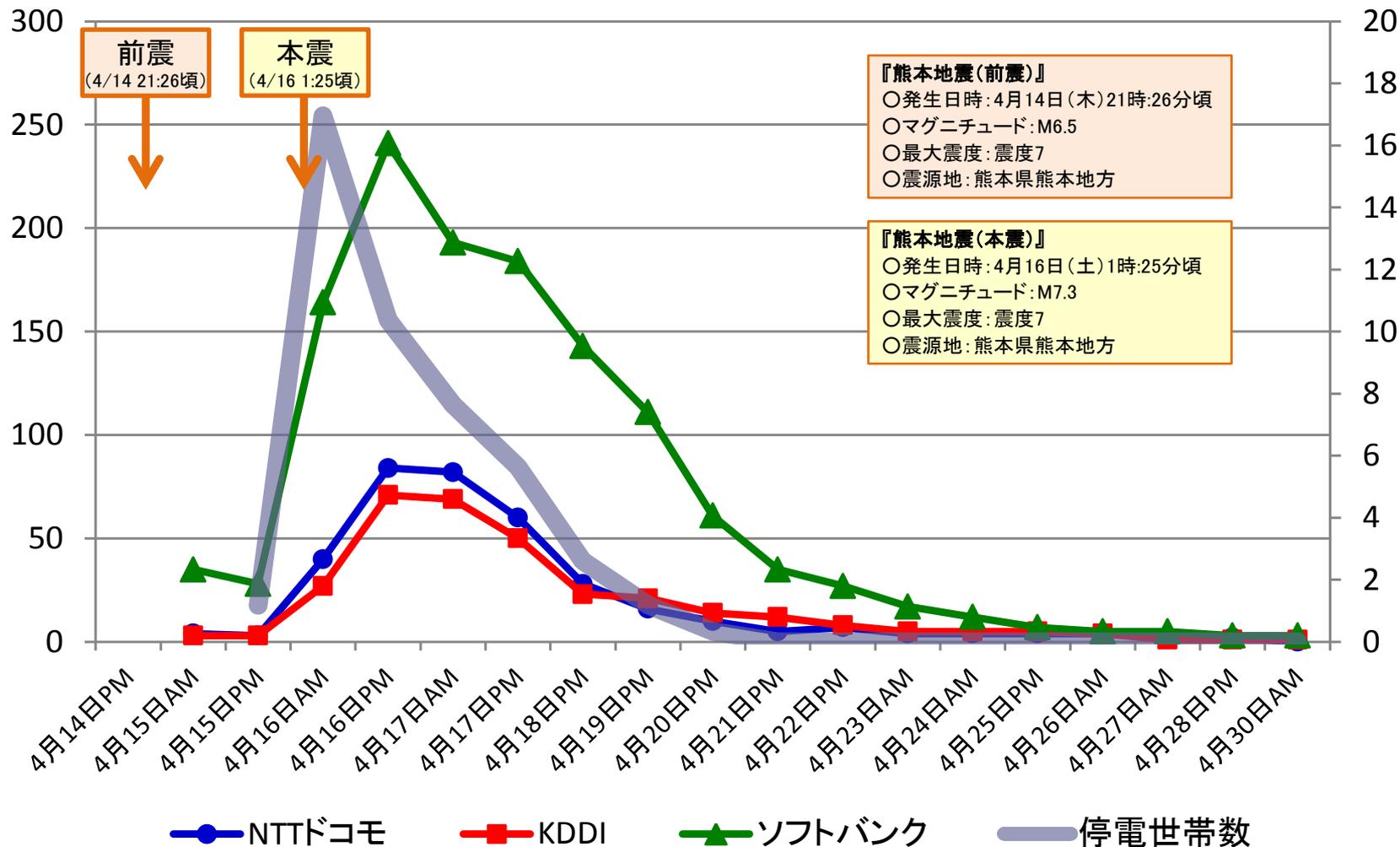


熊本地震における通信被害の時間推移

熊本地震により、被災地域における携帯電話基地局の停波が多数発生・継続。

【停波基地局数(局)】

【停電戸数(万戸)】



熊本地震後の停波携帯電話基地局数の時間推移

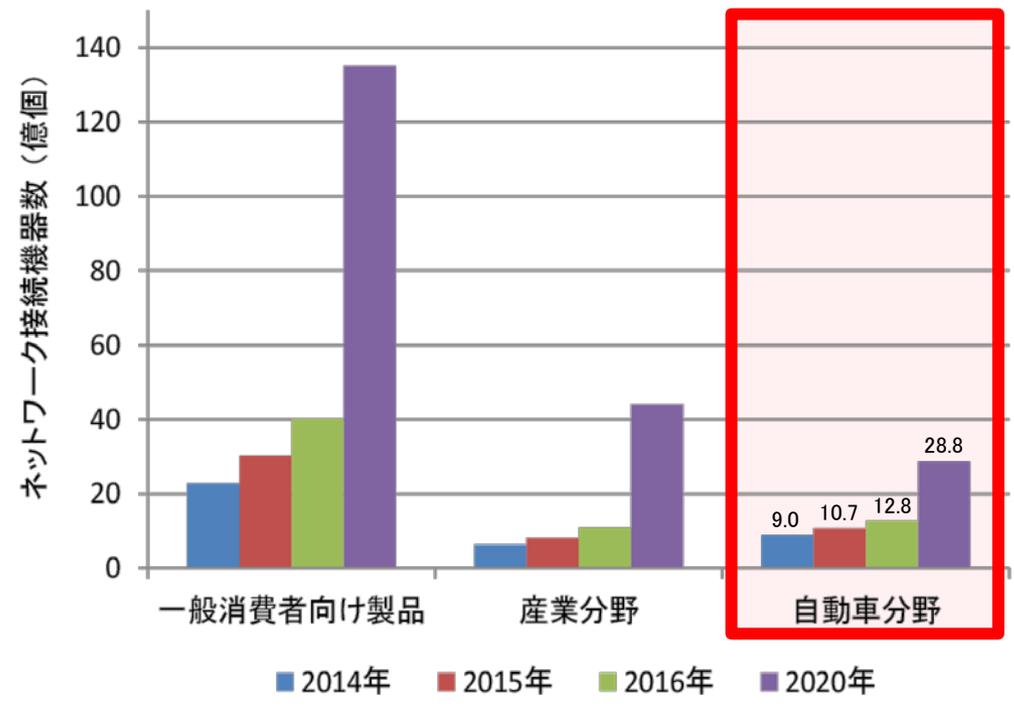
災害時における通信確保の必要性

- 災害の発生時には、災害の発生を知らしめ、被害を防ぎ、救命活動や応急対応、復旧復興活動を進めるため、災害発生からの経過時間に応じて、被災地の内外で多様な情報の伝達が必要とされる。
- 例えば、
 - 災害の発生を知らしめるための情報としては、災害に係る警報など
 - 被害を防ぐための情報としては、避難指示など
 - 救命活動のための情報としては、救助要請など
 - 応急対応のための情報としては、安否情報やインフラ被災状況の情報など
 - 復旧復興活動のための情報としては、ボランティアに関する情報などが挙げられる。
- 一方、災害の発生時には、通信インフラが被害を受けるなどして、被災地域において一時的に通信の途絶や輻輳が発生する可能性がある。この場合、被災地における通信の需要と供給の間にギャップが生じることとなり、その解消を図ることが課題となる。

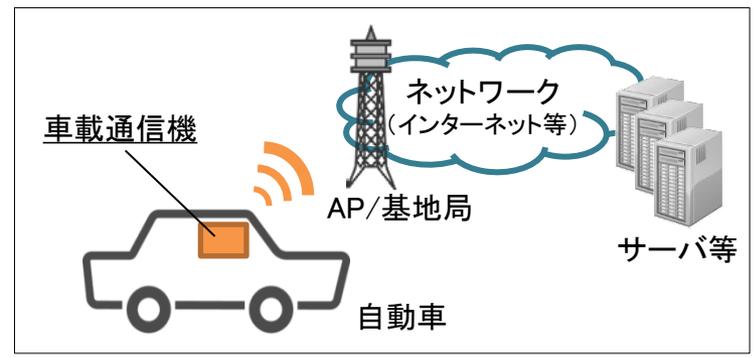
IoT社会の進展と「コネクテッドカー」の急速な普及

社会のIoT (Internet of Things) 化が進展する中、通信機器を搭載し、ネットワークに接続することが可能な自動車「コネクテッドカー」の普及が急速に拡大。

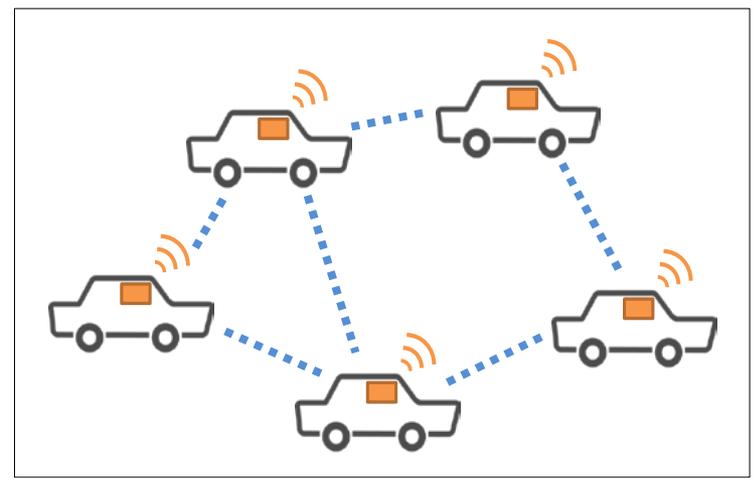
自動車分野におけるネットワーク接続機器数の増加見込み



出典: Gartner Says 6.4 Billion Connected “Things” Will Be in Use in 2016, Up 30 Percent From 2015 (平成27年11月10日、Gartner)を基に総務省作成



自動車がAP/基地局を介してネットワーク(インターネット等)に接続



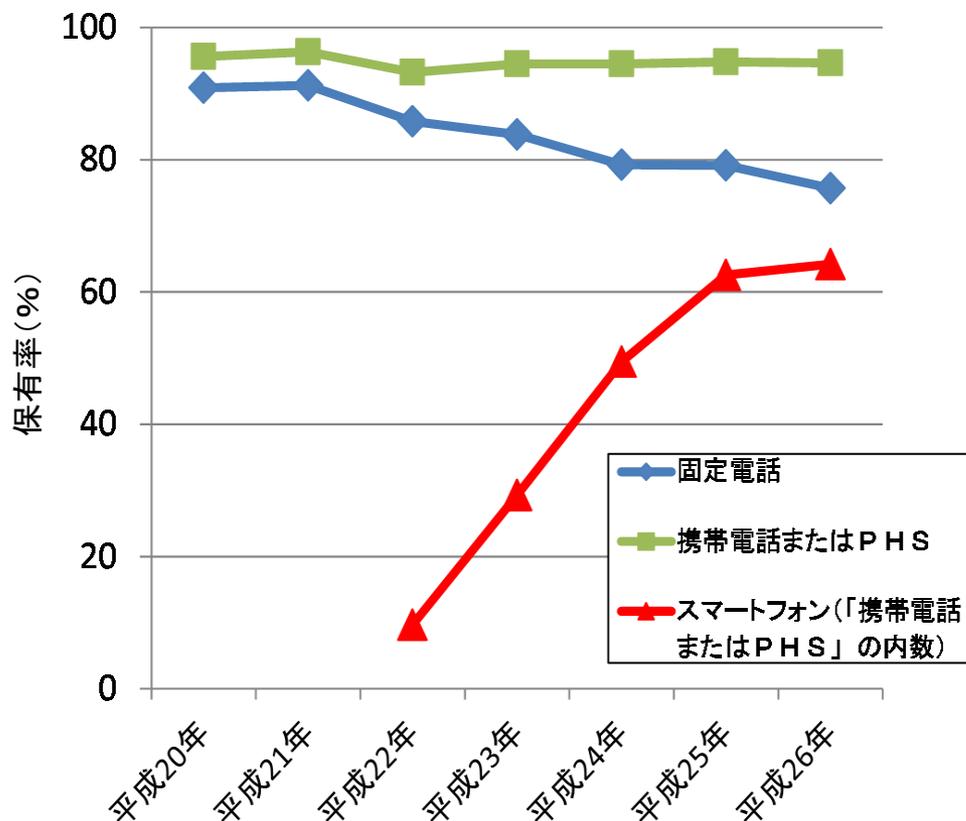
自動車同士が相互に直接接続し、アドホック通信ネットワークを構築

※ アドホック通信ネットワーク: 基地局等を介さず、端末同士の直接通信やパケットリレー方式の通信により構築されるネットワーク。

スマートフォンの本格的な普及

平成22年以降、国内でスマートフォンの保有率が急速に増加し、平成26年時点で既に60%を上回る割合。スマートフォンは一般に、携帯網での基地局との通信に加え、無線LANやBluetooth等による端末間通信が可能。

国内におけるスマートフォン保有率の急速な増加



出典:平成26年通信利用動向調査(平成27年7月17日、総務省)



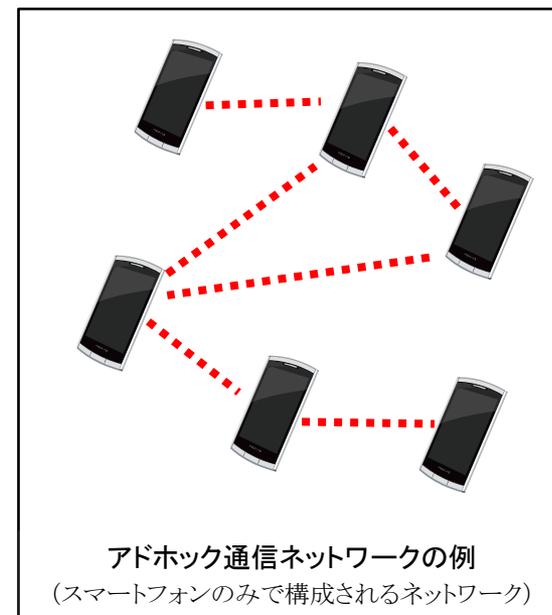
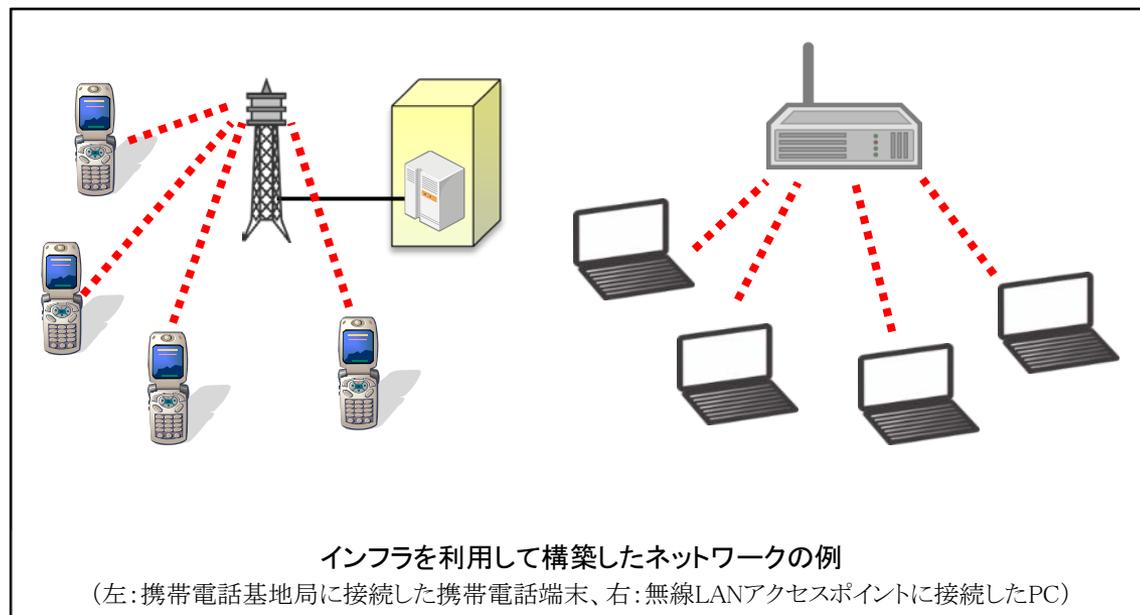
スマートフォンは一般に、携帯網での通信に加え、無線LANやBluetooth等による通信が可能。



双方が対応する場合、無線LANやBluetooth等により、スマートフォンと自動車間、スマートフォン間での直接通信が可能

アドホック通信ネットワーク

- アドホック通信ネットワークとは、携帯網の基地局や無線LANのアクセスポイントなどのインフラを利用せず、端末同士の無線通信のみにより構築されるネットワークのこと。
- アドホック通信ネットワークは、インフラを必要としないことから、必要な機能を備えた端末が集まりさえすれば場所を選ばずに構築することが可能。
- 端末が移動することも想定されるため、そのような状況で端末の配置が変動したり端末相互間の接続が不安定になったりした場合にも、迅速性や確実性の低下を許容してデータを伝送するための工夫が必要。



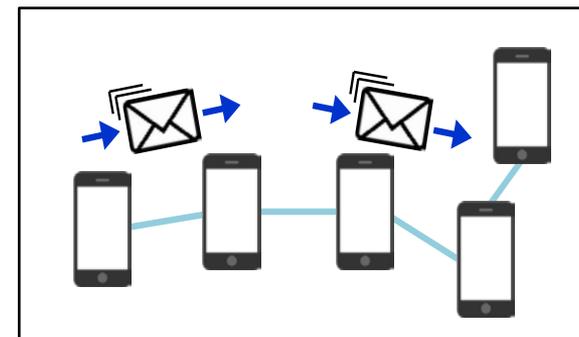
アドホック通信ネットワークの代表的な実現方式

MANET (Mobile Ad-hoc NETWORK)

分散した端末間であらかじめ経路を構築し、その経路中にデータを流す方式。

- ・経路が確立されれば、速やかにデータを流すことが可能。
- ・端末の位置が激しく変化するには通信が困難。
- ・1997年以降、IETFのMANET WGで議論。*
- ・複数のルーティングプロトコルが標準化。通信要求が行われてから経路を構築する「Reactive型」(DYMO等)と、随時経路を構築・更新する「Proactive型」(OLSR等)が主流。

* 加えて、IEEE 802.11s TGでは、2004年以降、ルーティングプロトコルをMAC層に実装した無線LANメッシュネットワーク技術が標準化。

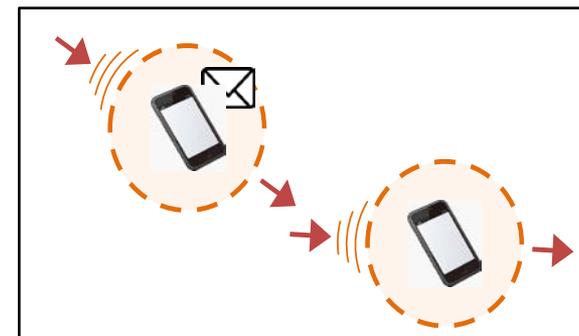


MANETによるデータ伝送イメージ

DTN (Delay Tolerant Network)

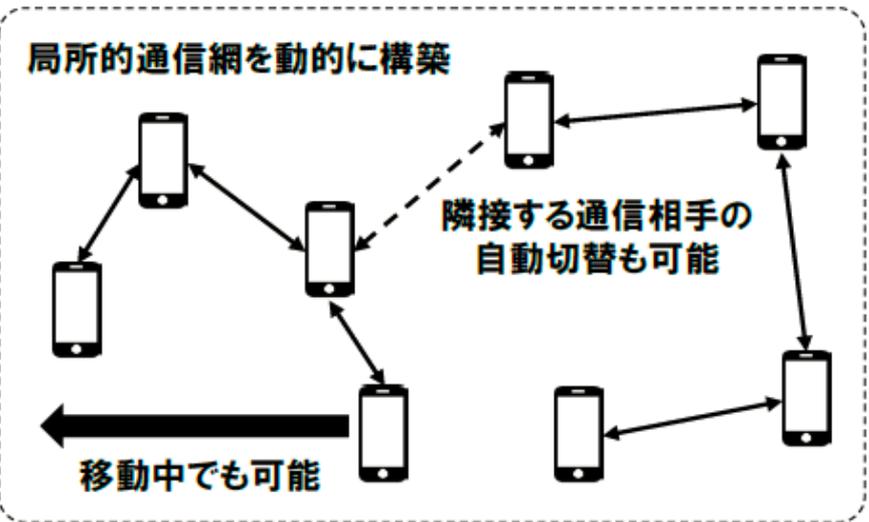
端末内にデータを保持したまま移動し、近傍に別端末が現れた際に受け渡す「バケツリレー」により、端末から端末へ順次データを受け渡していく方式。

- ・端末の位置が激しく変化する場合であっても通信が可能。
- ・データ伝送に時間を要する。
- ・2002年以降、IRTFのDTNRGで議論。
- ・2007年に策定されたRFC 4838により、方式の全体像を規定。

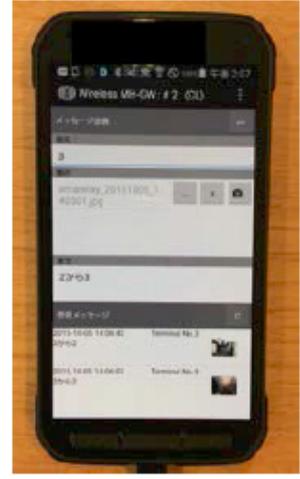


DTNによるデータ伝送イメージ

スマホdeリレー (東北大学)



メッセンジャーの例



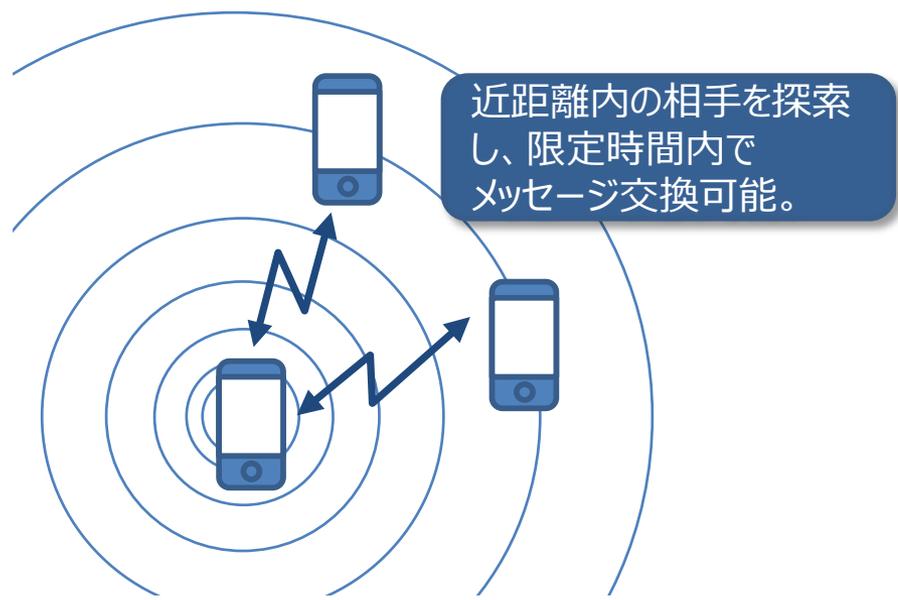
- ### スマホdeリレーの特徴
- ▶ 携帯電話等の通信基地局を使用せずに、近隣のスマートフォン同士での直接通信を実現。通信相手の自動切り替えも可能。
 - ▶ 多種多様なアプリケーションで利用可能（メール、Web、SNS、ファイル共有等）

※ 多種多様なアプリケーションで利用可能(メール、Web、SNS、ファイル共有等)



- ### 東北大学本部防災訓練における実証
- ▶ 2015年10月23日に実施した東北大学本部防災訓練において、スマートフォンにインストールしたスマホdeリレーも活用して、メール、写真等の伝送を実証。

Adhoc Communication SDK (NTTドコモ)



- ### メッセージ通信機能
- BLEのAdvertizing情報を活用し、近距離間通信を実現。
 - メッセージ交換（テキストや画像など）が可能。
 - iOS版、Android版での提供
 - iOS端末とAndroid端末間のPeer to Peerローカル通信のSDK提供は世界発。(2015年3月発表当時)



- ### 安否情報サービス機能
- Google パーソンファインダーへ安否情報の登録、及び検索が可能。
 - 前述のメッセージ通信機能を利用する為、モバイル網がダウンした際にバケツリレー方式にてメッセージ伝搬が可能。

災害時におけるアドホック通信ネットワークの活用

災害時における通信ネットワーク確保の 必要性

- ・災害時における既存通信網の途絶等のリスク
- ・災害時における通信ネットワークの利用ニーズ

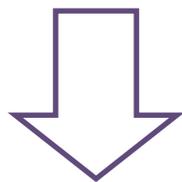
アドホック通信ネットワークを構築可能な 通信機器の普及

- ・通信機器を搭載したコネクテッドカーの普及
- ・スマートフォンの普及

車載通信機器とスマートフォンに共通する特徴

- ・通信機能を搭載
- ・バッテリーを装備
(特に車載通信機器)
- ・高度な処理能力を具備
- ・機器保有者が拡大中

⇒ 災害時活用の
可能性



大規模災害等が発生した非常時、アクセス集中や設備損壊等により公衆ネットワーク(携帯電話等)がつながりにくい状況等となった場合に、自動車に搭載された通信システムやスマートフォンの無線LAN機能等を利用してアドホックネットワークを構築し、災害対応等に活用するため、必要な技術的検討を実施。

2. ユースケースと課題の整理

2-1. 災害時におけるアドホック通信ネットワークのユースケース

2-2. ユースケースごとにアドホック通信ネットワークに求められる機能と課題

2-2-1. 避難情報の配信

2-2-2. 救助要請の送信

2-2-3. 車両走行実績情報の収集

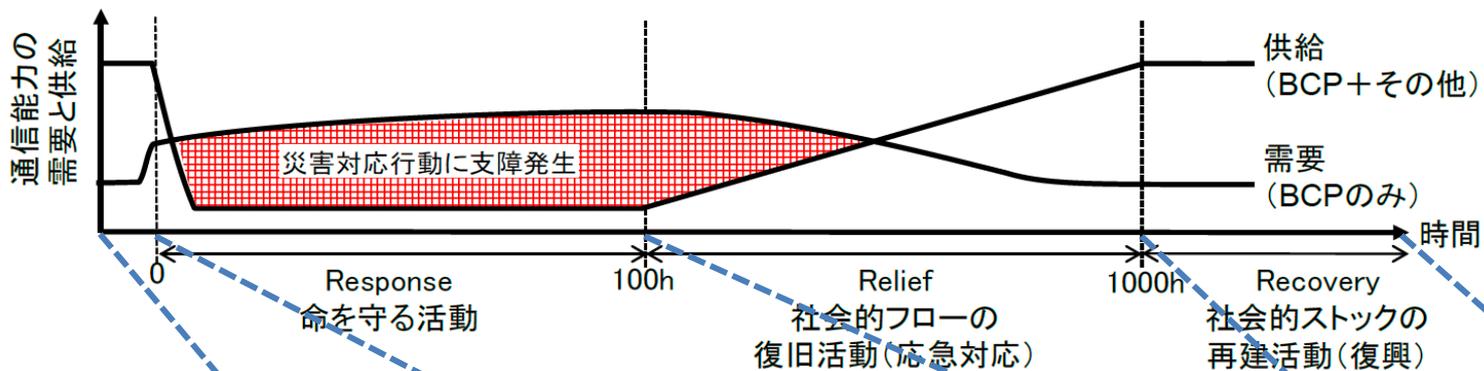
2-2-4. 安否情報等の共有

2-2-5. 拠点間通信

2-2-6. 各ユースケース共通

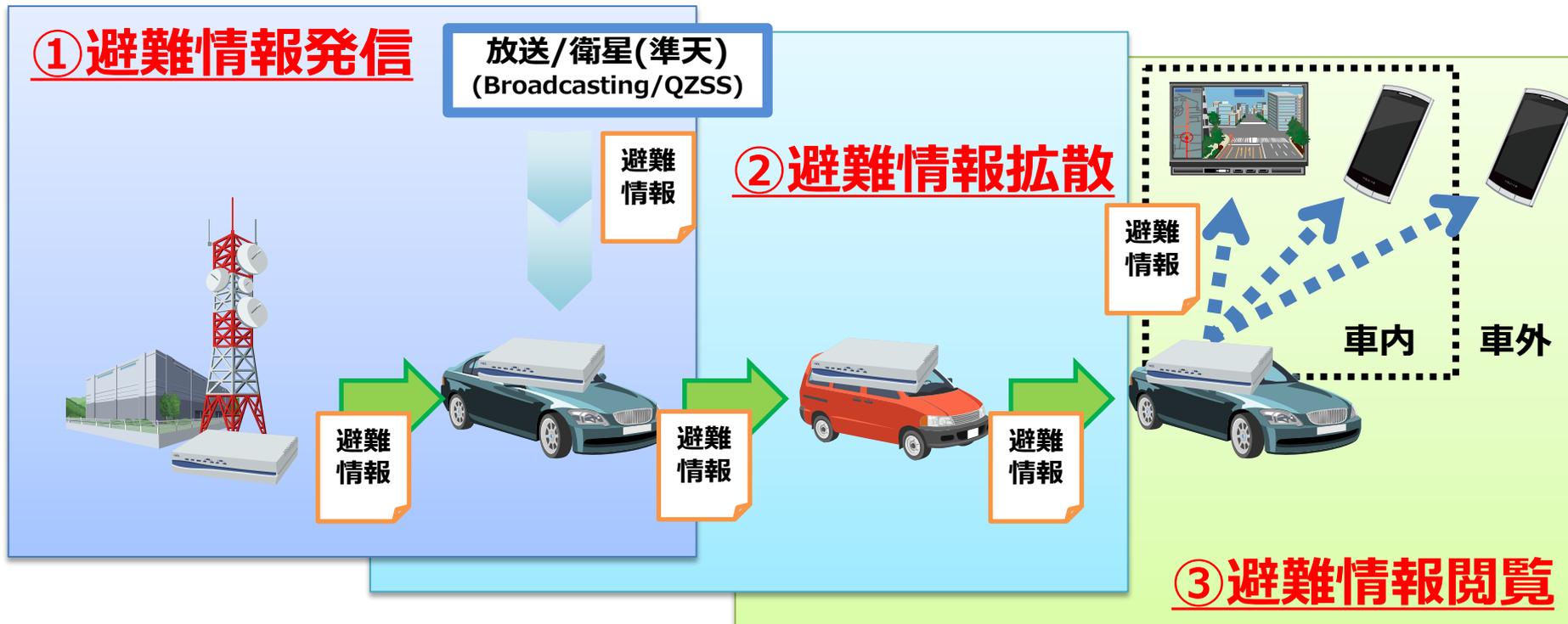
災害時におけるアドホック通信ネットワークのユースケース

災害時、被災地域において発生する通信の需給バランスの乖離を、アドホック通信によりカバーする。
 具体的には、避難情報、救助要請、安否情報、走行実績情報、拠点間通信の取扱いについて検討する。



| | | | | | | | |
|---------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------|------|
| 災害時の流れ | | 発生前 | 災害発生 | 発生直後 | 応急対応 | 復旧活動 | 復興活動 |
| 主な必要な情報 | | 緊急地震速報 津波警報 | 避難情報 救助要請 | 安否情報 インフラ被災情報 災害情報 | 復旧支援情報 生活支援情報 ボランティア情報 | 復興支援情報 ボランティア情報 | |
| 主な伝達手段 | キャリア通信 | ○ | × (輻輳/停電等) | × (輻輳/停電等) | ○ | ○ | ○ |
| | 放送 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | アドホック通信 | (不要) | ○ | ○ | ○ | ○ | (不要) |
| | 防災無線 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 主な行動 | | 事前避難 自己防衛 | 緊急脱出 緊急避難 救助、救命、消火 | 家族安否確認 情報収集 | 復旧活動 避難生活 | 復興活動 | |

ユースケース：避難情報の配信



自治体等の公共機関から、災害により避難が必要な地域にいる者に対して、アドホック通信ネットワークを介して、災害の発生に関する情報や、それに伴う避難に関する情報を配信する。

これにより、要避難者の避難を促すことが可能となる。

【課題】

- ・ 情報伝達エリアの特定・限定方法
- ・ 発信者の確認・制限(いたずら/なりすまし対策)
- ・ 重複送受信の回避・削減(輻輳防止)
- ・ 情報鮮度管理(古い情報による混乱防止、伝達終結方法)
- ・ 地図情報を持たない端末への対応
- ・ 大容量データの伝送
- ・ 有効な避難ルートの生成

ユースケース：救助要請の送信

① 救助要請発信・閲覧



救助
要請

② 救助要請拡散・集約



救助
要請

救助が必要な者から、周囲の者や緊急機関等に対して、アドホック通信ネットワークや、その先に繋がったインターネットを介して、救助を要請している旨のメッセージを伝達する。

これにより、メッセージを受信した者や救急機関等による要救助者の救助を促すことが可能となる。

【課題】

- ・ 発信者の確認・制限(いたずら/なりすまし対策)
- ・ 緊急機関への接続、ルーティング設定、到達確認

ユースケース：車両走行実績情報の収集

① 走行実績情報 生成・蓄積



② 走行実績情報集約



走行
実績
情報

走行
実績
情報

災害発生後に被災地を走行する車両から、アドホック通信ネットワークや、その先に繋がったインターネットを介して、車両の走行実績情報を情報収集サーバに送信、集約する。

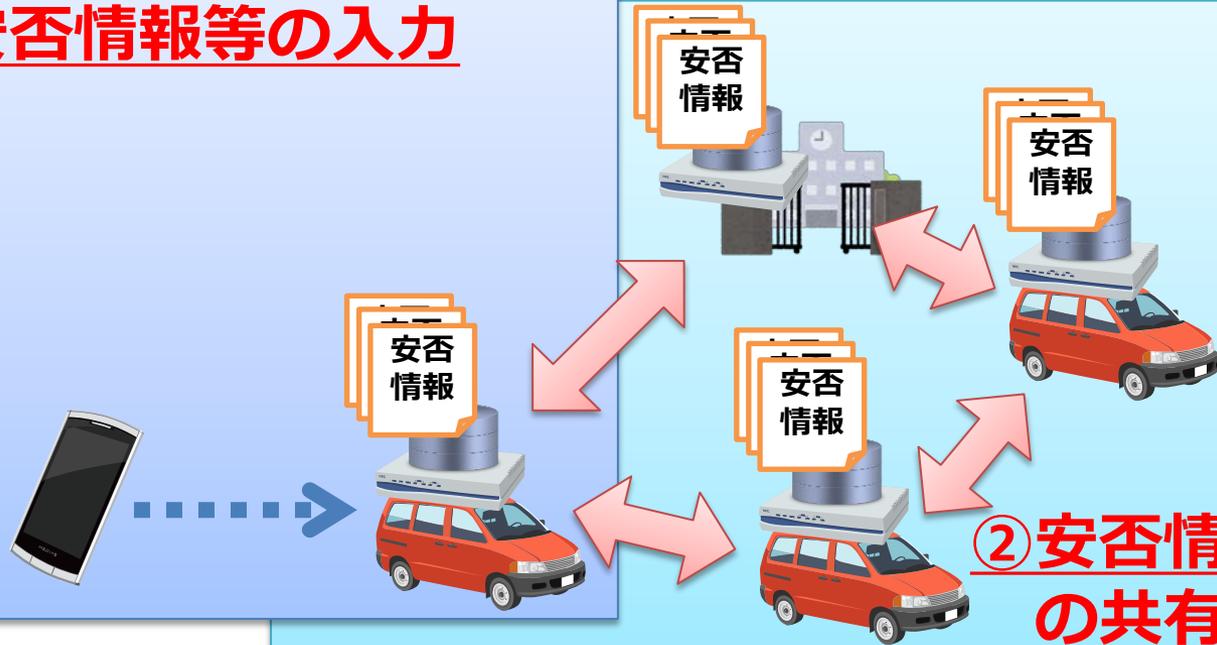
これにより、被災地で災害発生後に車両が通行可能であった道路地図を作成し、災害対応に活用することが可能となる。

【課題】

- ・ 発信者の確認・制限(いたずら/なりすまし対策)
- ・ 情報収集サーバへの接続、ルーティング設定、到達確認
- ・ アドホック通信ネットワークのリソース使用の節減

ユースケース：安否情報等の共有

① 安否情報等の入力



③ 安否情報等の 閲覧・表示

② 安否情報等の 共有

まず、避難所の避難者が、近傍を走行する車両等に搭載されたサーバのデータベースに対して、自身の安否情報等を送信・入力する。続いて、サーバを搭載した車両が、近傍を走行する別の車両との間でアドホック通信を繰り返し、互いのデータベースの情報共有・同期する。

これにより、安否情報を参照しようとする者が、近傍を走行する車両等に搭載されたサーバのデータベースにアクセスして、必要な安否情報等を参照することが可能となる。

【課題】

- ・ 発信者の確認・制限(いたずら/なりすまし対策)
- ・ 重複送受信の回避・削減(輻輳防止)
- ・ 情報鮮度管理(古い情報による混乱防止、伝達終結方法)

ユースケース：拠点間通信

① 拠点間で通信を確立（音声通話、メール、サーバ同期等）



自治体施設など災害時の拠点施設間に車載通信機を搭載した車を数珠繋ぎ状に固定配置し、車載通信機間でアドホック通信ネットワークを構築することにより、両拠点間に定常的なデータ通信経路を確立する。

これにより、両拠点間でデータファイルのやり取りやVoIPアプリを用いた音声通話などを行うことが可能となる。

【課題】

- ・ 車両配置ポイントの設定
- ・ ネットワークの構成・状態把握

各ユースケースに概ね共通する課題

【課題】

- ・ 平時・災害時のモード切替(タイミング、方法、対象エリア設定、解除等)

災害発生時に、車載通信機器等を平時モードから災害時モードに切替える方法等を検討することが必要

- ・ 緊急情報とその他の情報の判別と優先扱い

アドホック通信ネットワーク内で、緊急に伝達が必要な情報を優先的に取り扱えるようにすることが必要

- ・ 機器間、ネットワーク間でのインターオペラビリティの確保

製造者の異なる機器間、異なるネットワーク間でも情報を伝達できるようにすることが必要

- ・ 個人情報の扱い

- ・ 情報の入力・表示方法(定型化)

3. 技術的検討

3-1. 検討の視点・対象範囲

3-2. 各ユースケースに係る検討

3-2-1. 避難情報の配信

3-2-2. 救助要請の送信

3-2-3. 車両走行実績情報の収集

3-2-4. 安否情報等の共有

3-2-5. 拠点間通信

3-2-6. 緊急モードへの切替え

3-2-7. 総括

技術的検討の前提条件

- 次のような状況の下で具体的なユースシナリオを想定し、技術的検討を実施。

災害による通信の途絶

- ・災害の発生により、携帯電話網や公衆無線LAN環境などの既存の情報通信ネットワークが、一定の範囲内で途絶。
- ・被災地から離れば、携帯電話網や公衆無線LAN環境などが回復しており、これらのネットワークを介してインターネットに接続することが可能。

車載通信機、スマートフォンの普及

- ・車載通信機、スマートフォンが普及している。
 - ・車載通信機、スマートフォンはいずれも、オペレーティングシステム(OS)上で複数のアプリケーションを動作させることが可能。
 - ・車載通信機、スマートフォンはいずれも、機器間でアドホック通信を行うことが可能。
 - ・車載通信機には、OSやアプリケーションの動作を平時利用時の「平時モード」とは異なるものとする「緊急モード」が存在し、各ユースシナリオにおいて車載通信機は「緊急モード」で動作している。
- ※「緊急モード」及び「平時モードから緊急モードへの切替え」については3-2-6で詳述。

検討範囲とする通信レイヤーと検討事項例

- 通信レイヤーごとに、担わせるべき機能と、その実現方法を議論。

通信レイヤー

検討事項例

アプリケーション層

- データフォーマット
- 端末アプリ/システム
- アプリケーション層プロトコル：
HTTP, FTP, …

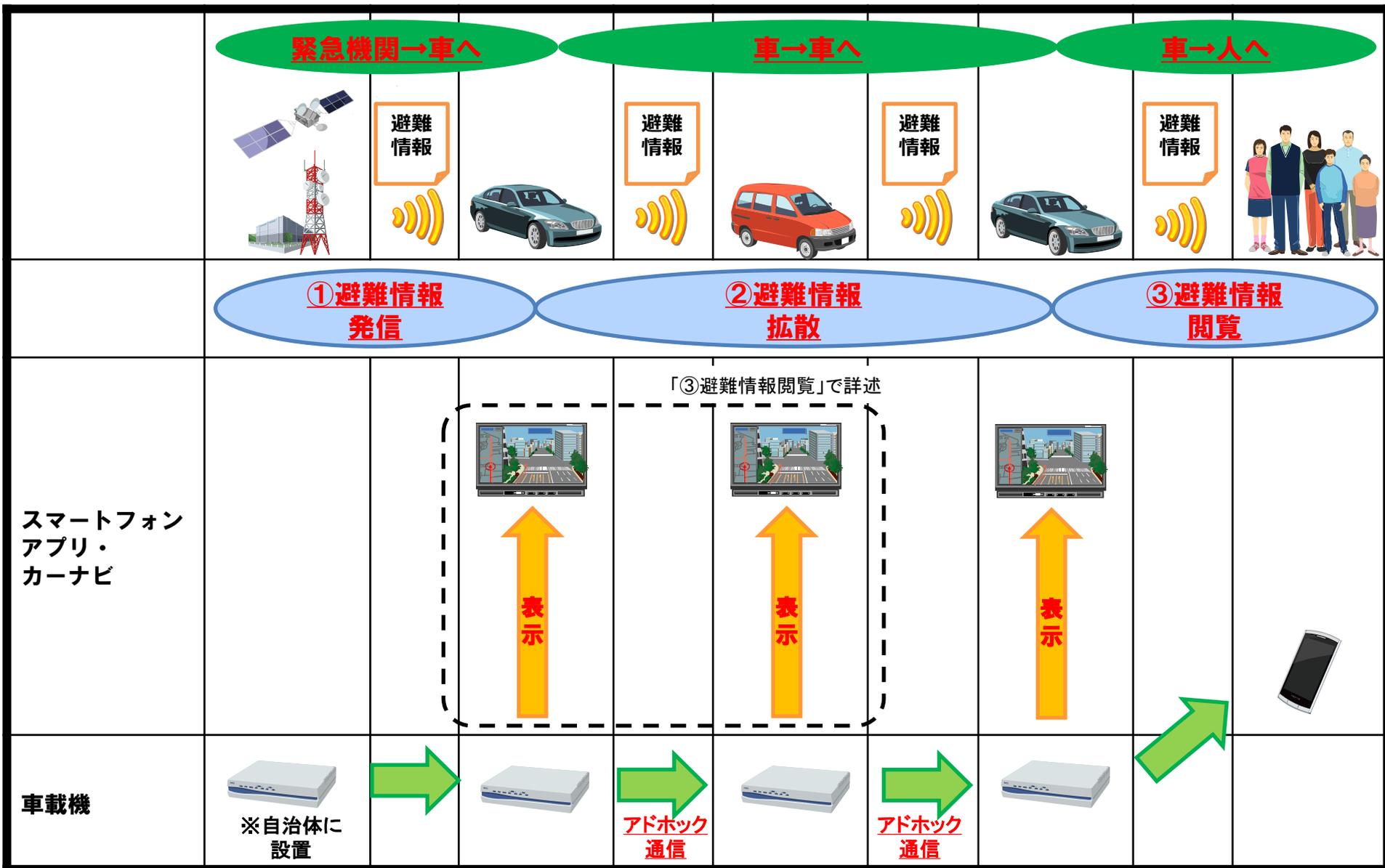
トランスポート層・ インターネット層

- トランスポート層プロトコル：
UDP, TCP, …
- ネットワーク層プロトコル：
IPv6, IPv4
- アドレス管理：
固定アドレス, DHCPからの配布

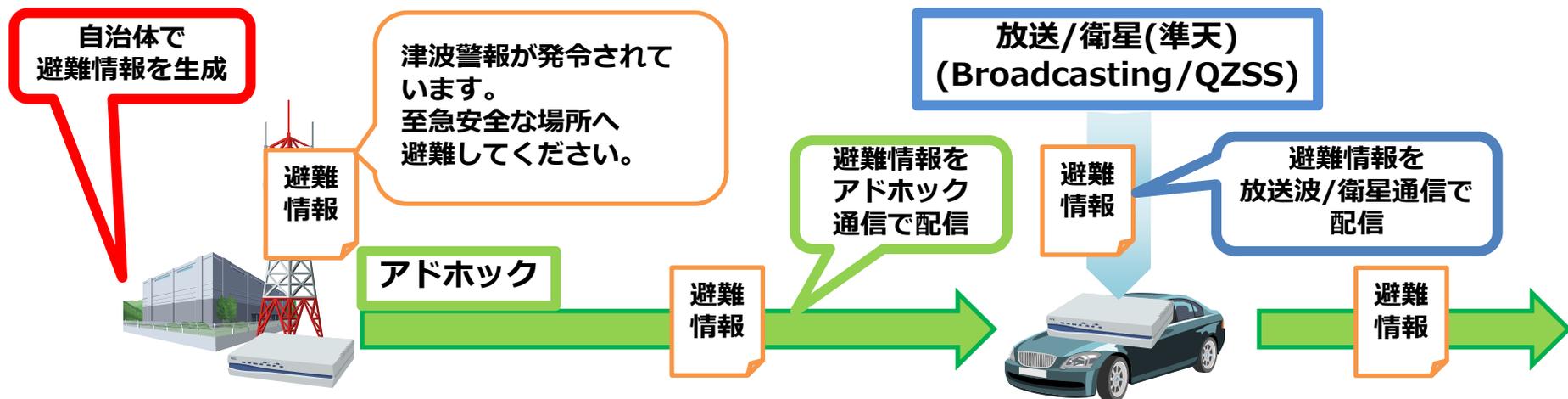
リンク層

ユースケース内容から要求される条件を
検討

ユースシナリオ：避難情報の配信 概略



ユースシナリオ：避難情報の配信 ①避難情報発信



自治体での作業

避難情報の生成

- ・ 情報が改竄を受けていないことを証明するため、配信する情報には“**証明書**”を添付、また“**生成元**”を設定
- ・ 避難情報を識別するための“**メッセージID**”、避難情報の緊急度や重要度を決定するための“**有効期限**”、“**優先度**”を設定
- ・ 災害モード切替範囲を制御するために“**災害モード切替フラグ**”/“**対象エリア**”と、“**災害モードの有効期限**”を指定
- ・ 配信する避難情報の拡散を制御するための“**ホップ数**”、“**ホップ数上限**”を設定

避難情報発信

避難情報

A

車載機の動作

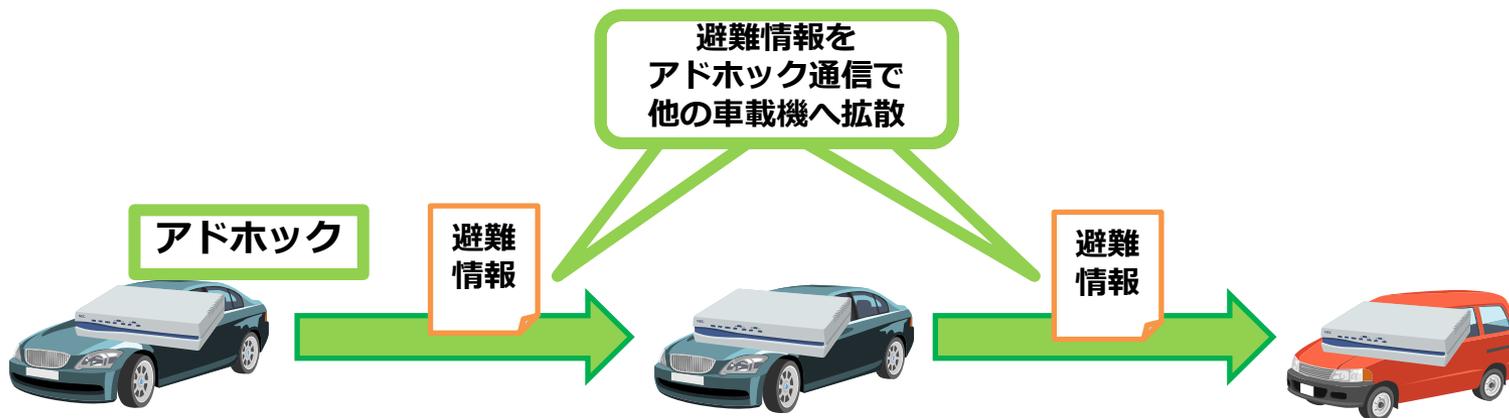
受信した避難情報の確認

- ・ 受信した避難情報に改竄がされていないかを、**避難情報に付された証明書**により確認、証明書がなければ**無効化**
- ・ 既に同じ避難情報を受信していないかを**メッセージID**により確認、同じであれば**無効化**
- ・ 受信した情報の期限が有効か否かを**有効期限**により確認、期限を過ぎていた場合は**無効化**
- ・ 車載機が**災害モード切替対象エリア**かつ災害モードに未切替だった場合は、指定された**有効期限**まで**災害モード**へ切替(既にモード切替後に**有効期限**の長い情報を受信した場合、**有効期限**を上書き)

②避難情報拡散へ

避難情報

ユースシナリオ：避難情報の配信 ②避難情報拡散



①の後

車載機の動作

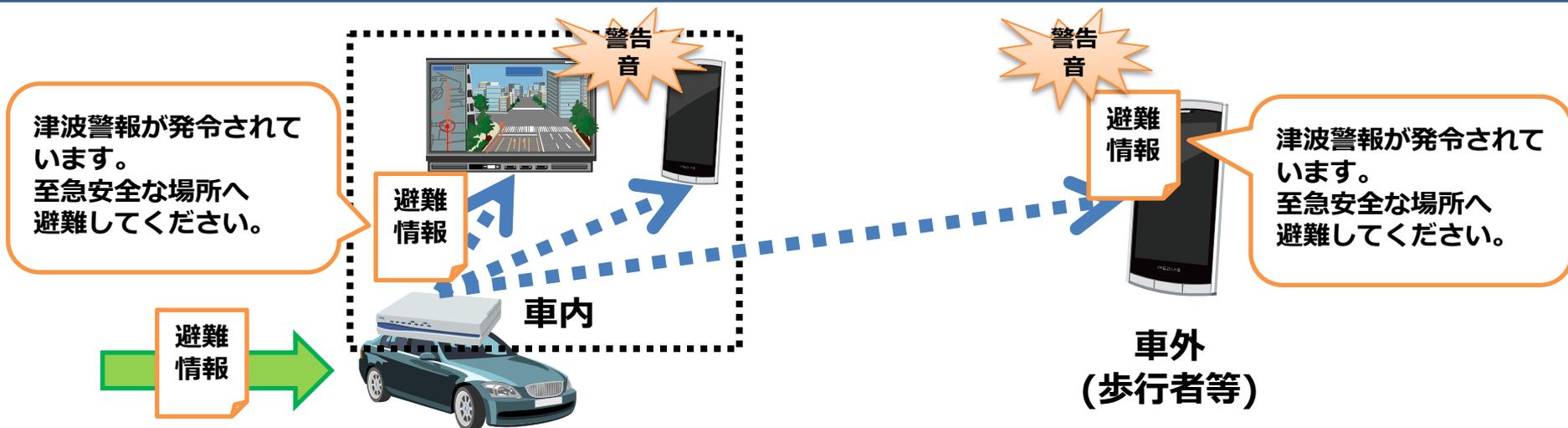
他の車載機への避難情報拡散

- ・ 避難情報の拡散がこれ以上可能か否かを現在の“ホップ数”及び“ホップ上限”から確認し、上限に達していなければ別の車載機へ拡散、達していればこれ以上拡散させない
- ・ 車載機に格納されている情報の“優先度”を確認し、優先度の高い情報から拡散

③避難情報閲覧へ



ユースシナリオ：避難情報の配信 ③避難情報閲覧



ナビ、車内スマートフォンの動作

避難情報の表示(車内)

- ・車載機と車内スマートフォンは**自動で接続**
(車載機とナビ等の車内機器は**常時接続**)
- ・車載機から**push配信**された避難情報をもとに、**音声再生や画面表示で警告**
 - “配信情報種別”(警報、注意報等)
 - “避難の必要性”
 - “避難所情報”
 - “メッセージ情報”

車外スマートフォンの動作

避難情報の表示(車外)

- ・車載機と車外スマートフォンは**自動で接続**
- ・車載機と車外スマートフォンが接続後、
車載機から車外スマートフォンへ
避難情報を**push配信**
- ・スマートフォン上で**受信した避難情報**をもとに、**音声再生や画面表示で警告**
 - “配信情報種別”(警報、注意報等)
 - “避難の必要性”
 - “避難所情報”
 - “メッセージ情報”

ユースシナリオ：避難情報の配信 トランスポート層・インターネット層

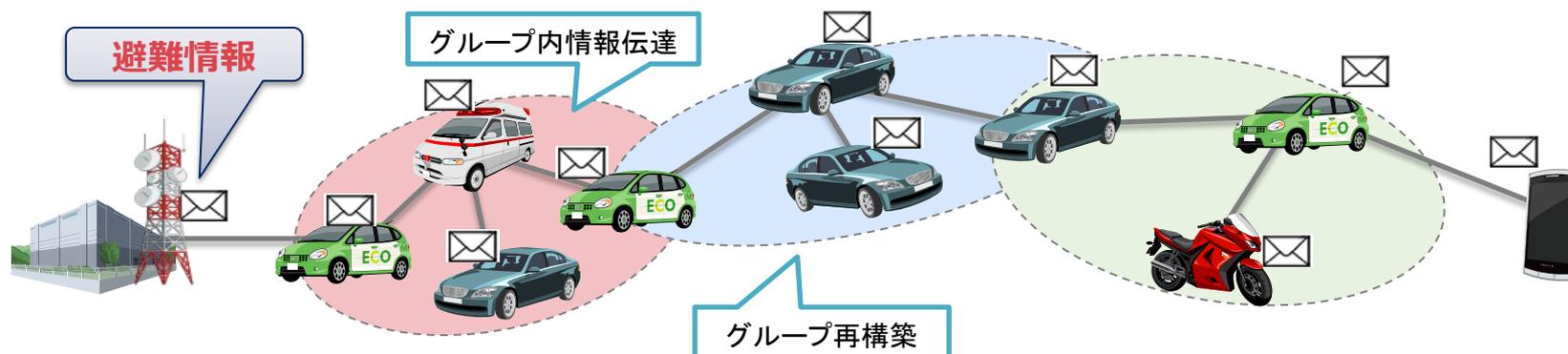
● IPアドレスの取扱い（各ユースケース共通）

- IPアドレスを、端末やメッセージ等のIDとして活用することが考えられる。
- その際、IDのユニーク性から考えると、IPv6であれば、DHCPなどの仕組みを用いなくても一意のアドレスを割り当てることが可能であるが、IPv4では、DHCPなどの仕組みを用いることとなり、その処理のためのシステムと時間が付加的に必要となる。
- 一方、IPv6の場合は、比較的サイズの小さいデータの伝送に際して、オーバーヘッドの割合が高くなる。
- このようなトレードオフ関係をどのように扱うのかについては、実証試験も含めて解決策を検討していくことが必要。

ユースシナリオ：避難情報の配信 リンク層に対する要求条件

- 自動車及び歩行者に対し広く情報伝搬する必要があることから、経路を固定せず、リレー方式による転送とグループ構築による効率的な情報伝送が必要。
- 接続と切断が頻発するため、遅延耐性を具備した方式であることが必要。

リレー方式による転送、グループ構築による効率的な情報伝送、対遅延性



ユースシナリオ：避難情報の配信 リンク層に対する要求条件

< 車⇄車 接続 >

- **自動かつ高速に接続可能なこと**
 - 車同士のすれ違い通信を考慮すると自動かつ高速での接続が必要
- **接続グループが固定されないこと**
 - 渋滞時などで接続グループが固定化されると新規の情報共有ができなくなる。

< 車⇄スマートフォン 接続 >

- **スマートフォン（Android/iOS）で利用可能な通信方式であること**
 - 歩行者との接続にはスマートフォンに実装されている通信方式の利用が必須
- **自動で接続可能なこと**
 - 歩行者のスマホと車両の車載機でも手動操作無で接続可能な必要あり

< 共通 >

- **アンテナの指向性が強すぎないこと**
 - 前後のみではなく、周囲の歩行者とも接続する必要があるため（車に対し向きが決まっていない）
- **アドホック通信のみで実現できること**
 - 3GやLTEなどのキャリア通信が利用可能であればそれを利用すればよく、本検討の前提はキャリア通信が利用できない場合のための技術となるため

ユースシナリオ：避難情報の配信 検討結果まとめ(課題解決の状況)

【ユースケース内容から解決が必要とされた課題】

- ・ 発信者の確認・制限(いたずら/なりすまし対策)
 - 「証明書」による制御(メッセージへの証明書添付、アプリへの証明書情報書込み)
- ・ 情報伝達エリアの特定・限定方法
- ・ 重複送受信の回避・削減(輻輳防止)
- ・ 情報鮮度管理(古い情報による混乱防止、伝達終結方法)
 - 「情報項目」による制御(メッセージへの情報追加)
- ・ 平時・災害時のモード切替(タイミング、方法、対象エリア設定、解除等)
- ・ 緊急情報とその他の情報の判別と優先扱い
- ・ インターオペラビリティの確保
 - 後述
- ・ 情報の入力・表示方法(定型化)
- ・ 有効な避難ルートの生成
- ・ 地図情報を持たない端末への対応
 - アプリケーションで制御(今後検討が必要)

【ユースシナリオを想定したことにより新たに検証の必要性が判明した課題】

- ・ 車載機から車外スマートフォンへの情報伝達の実現方法
- ・ 車載機間を繋ぐリンク層の実現候補、その実現可能性、効率、スケーラビリティ

ユースシナリオ：避難情報の配信 検討結果まとめ(プロトコル等)

アプリケーション層

データフォーマット

- データフォーマット：
情報項目（タグ）による構造化

アプリケーション層プロトコル

- アプリケーション層プロトコル：
DTN

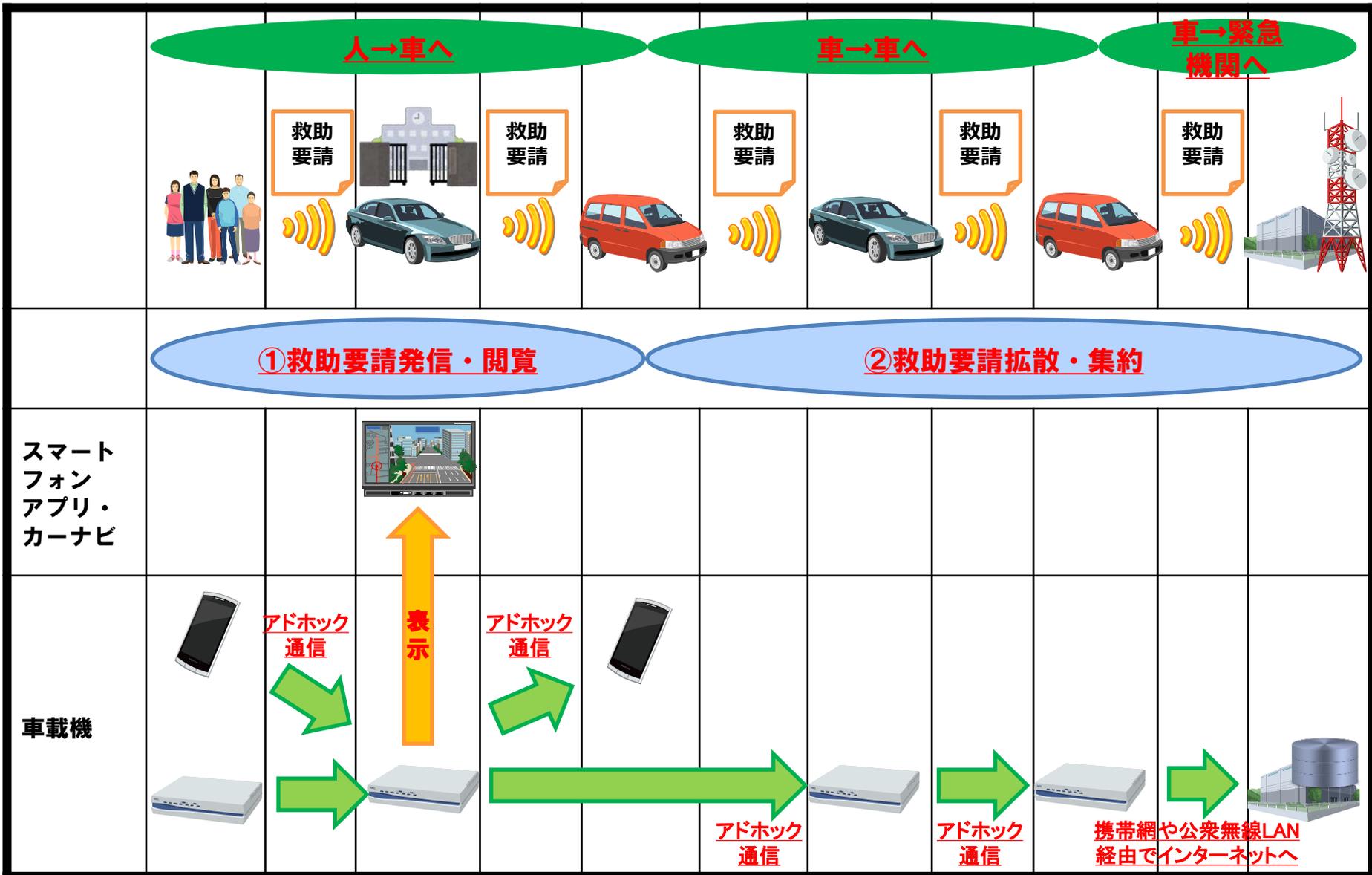
トランスポート層・
インターネット層

- トランスポート層プロトコル：
UDP, TCP, . . .
- ネットワーク層プロトコル：
IPv6, IPv4
- アドレス管理：
固定アドレス, DHCPからの配布

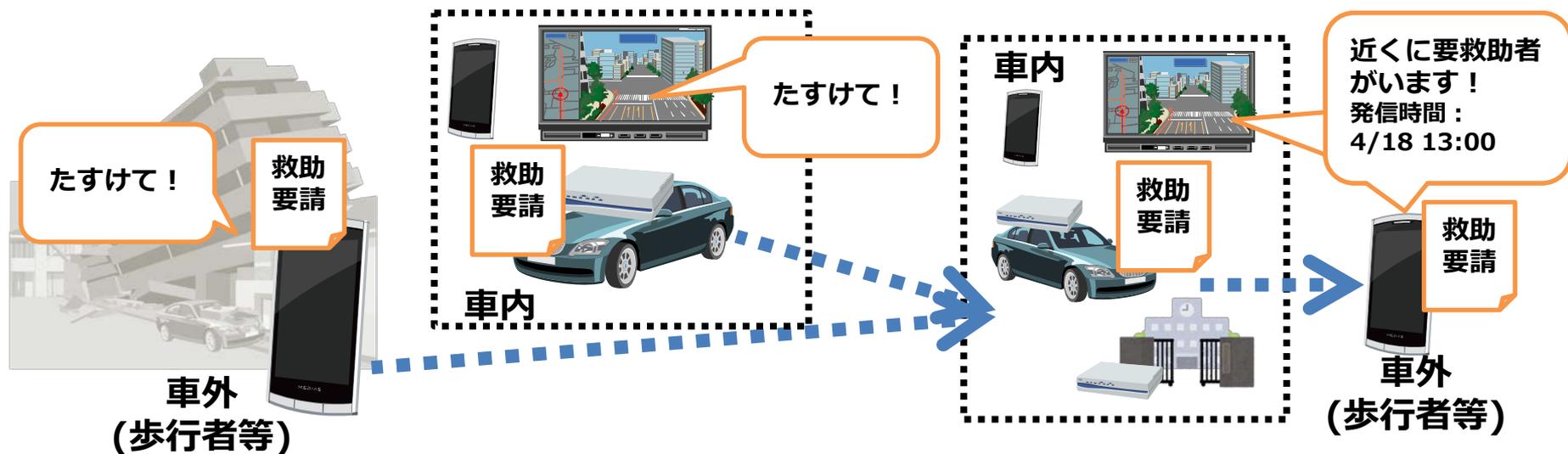
リンク層

ユースケース内容から要求される条件を
検討

ユースシナリオ：救助要請の送信 概略



ユースシナリオ：救助要請の送信 ①救助要請発信・閲覧



救助要請入力機器（ナビ、車内外スマートフォン）の動作

救助要請の入力(車内/外)

- ・ 車内/外スマートフォン、車内機器(ナビ等)から **救助要請ボタン**をタップ(オプションで詳細状況記載も可)
- ・ 救助要請に必要な“**発信者の情報(生成元)**”、“**発信位置**”、“**宛先**”、“**メッセージ情報**”を自動入力 (事前の設定が必要)
- ・ 救助要請を識別するための“**メッセージID**”を自動設定
- ・ 配信する救助要請の拡散を制御するための“**ホップ数**”、“**ホップ数上限**”を自動設定
- ・ 車載機と車内/外スマートフォンは**自動で接続**、その後車内/外スマートフォンから救助要請を車載機へ**push配信**

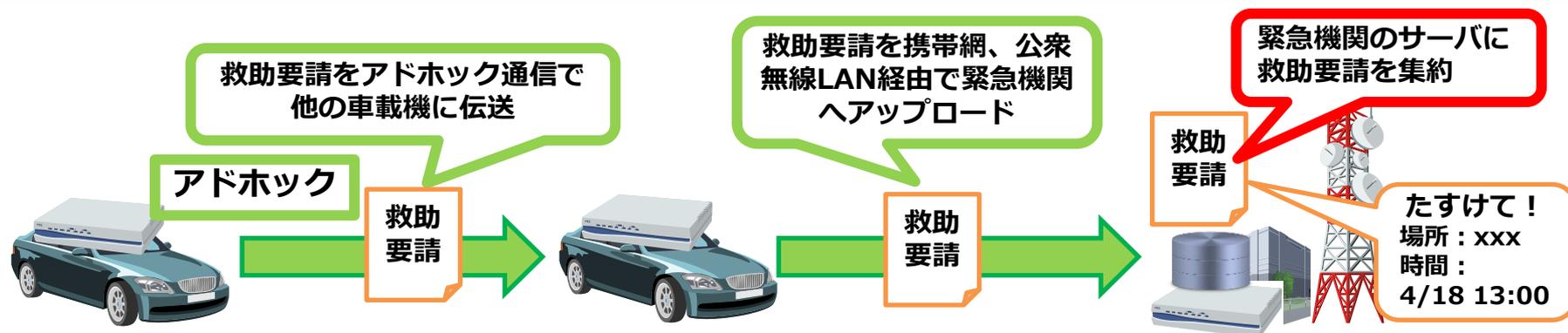
救助要請閲覧機器（ナビ、車内外スマートフォン）の動作

救助要請の閲覧(車内/外)

- ・ 災害発生時、**救助要請の受信をONにするか否か**をドライバーが判断、手動で設定 (緊急モード切替)
- ・ 救助要請の受信をONに設定した場合、以下を実行
 - 車載機と車外スマートフォンが自動で接続されると、**車載機に接続された車内機器へ通知** (「**近くに要救助者がいます**」など)
 - 車載機で受信した救助要請を**ナビ等に表示** (ドライバーが受信された救助要請を元に**ボランティア**で対応)

②救助要請
拡散・
集約へ

ユースシナリオ：救助要請の送信 ②救助要請拡散・集約



車載器の動作

受信した救助要請の確認

- ・ 証明書の確認は**実施しない**
(救助要請には証明書を付さないため)
- ・ 既に同じ救助要請を受信しているか否かを“メッセージID”により確認、同じであれば**削除**
- ・ 受信した救助要請の期限が有効か否かを“有効期限”により確認、期限を過ぎていた場合は**拡散させない**
- ・ 救助要請の発信元から数ホップ経由した後**に**救助要請を受信した車載機では、救助要請の表示要・不要は課題

車載器、自治体サーバの動作

他の車載機への避難情報拡散・集約

- ・ 救助要請の拡散がこれ以上可能か否かを現在の“ホップ数”及び“ホップ上限”から確認し、上限に達していなければ**別の車載機へ拡散**、達していれば**これ以上拡散させない**
- ・ 車載機に格納されている情報の“優先度”を確認し、**高い情報から拡散**
- ・ 救助要請に設定されている“宛先(自治体、緊急機関等)”を確認し、宛先に到達した場合は**情報拡散を停止**

ユースシナリオ：救助要請の送信 リンク層に対する要求条件等

ユースシナリオ：救助要請の送信 リンク層に対する要求条件

ユースシナリオ：救助要請の送信 検討結果まとめ(プロトコル等)

→ 「ユースシナリオ：避難情報の配信」と同様

ユースシナリオ：救助要請の送信 検討結果まとめ(課題解決の状況)

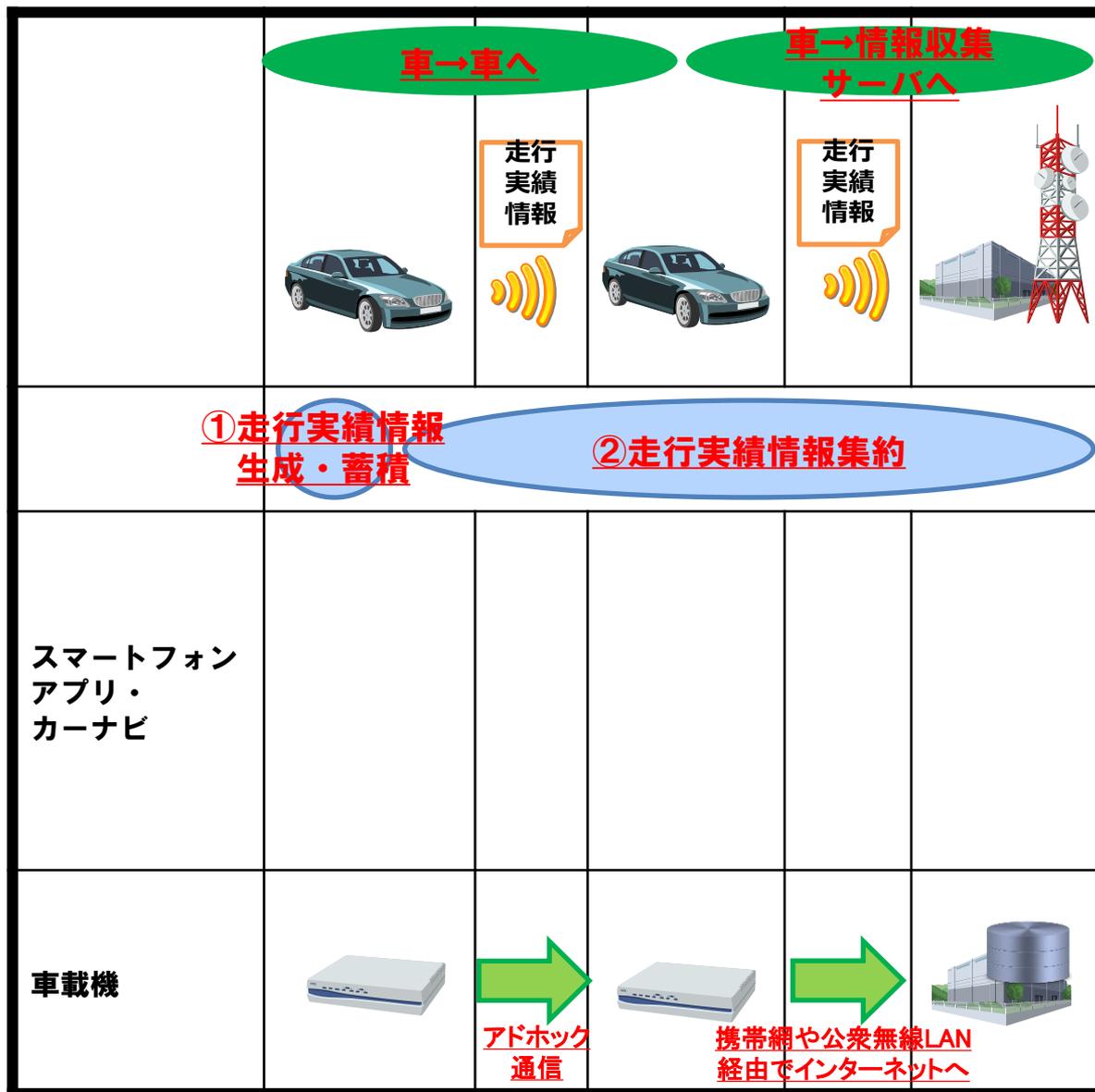
【ユースケース内容から解決が必要とされた課題】

- ・ 発信者の確認・制限(いたずら/なりすまし対策)
- ・ 個人情報の扱い
 - 「証明書」による制御は実施しない
- ・ 緊急機関への接続、ルーティング設定、到達確認
 - 緊急機関への要請伝達は、アドホック通信ネットワークの先にあるインターネット網を利用
- ・ 平時・災害時のモード切替(タイミング、方法、対象エリア設定、解除等)
- ・ 緊急情報とその他の情報の判別と優先扱い
- ・ 機器間、ネットワーク間でのインターオペラビリティの確保
 - 後述
- ・ 情報の入力・表示方法(定型化)
 - アプリケーションで制御(今後検討が必要)

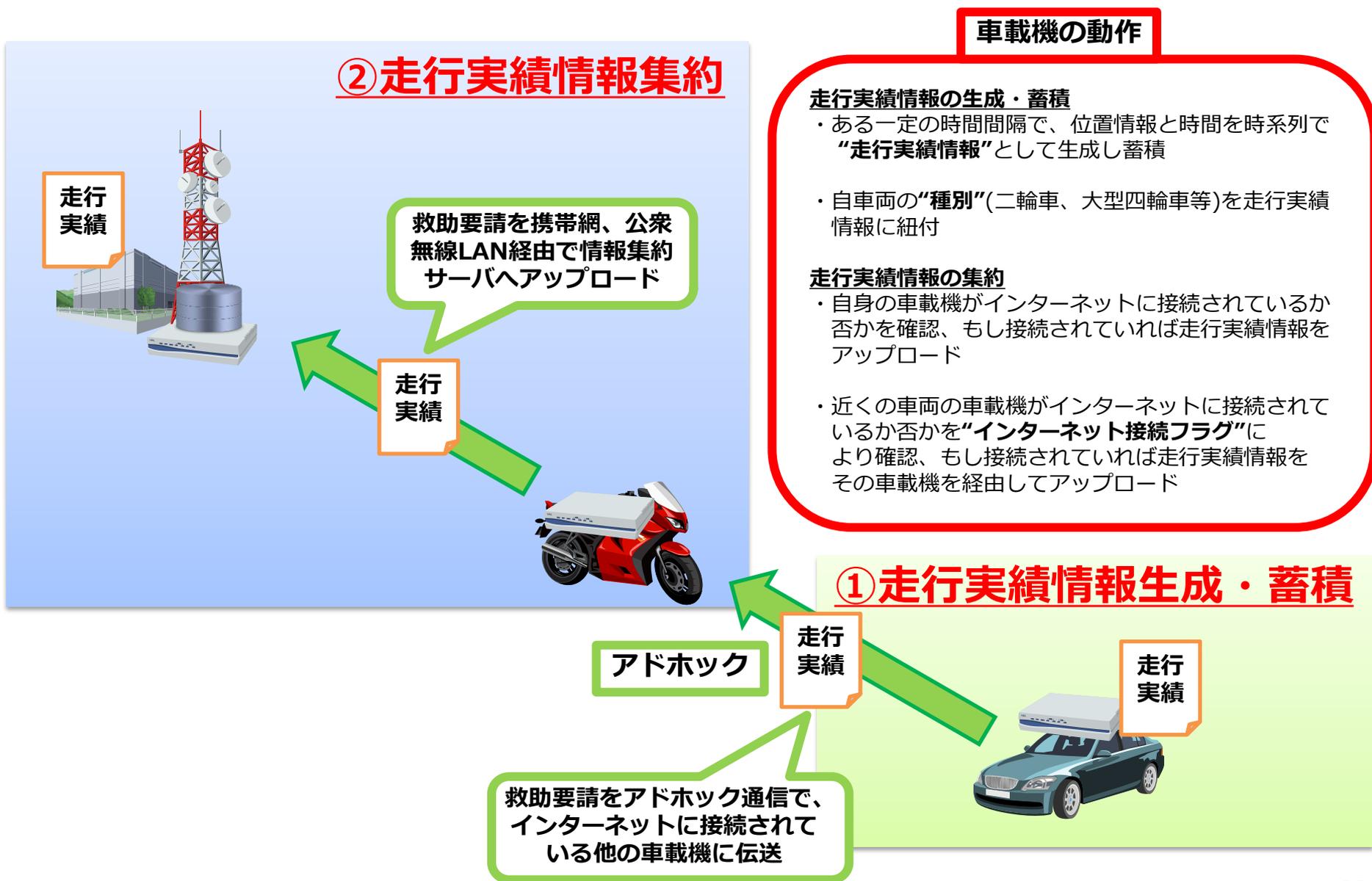
【ユースシナリオを想定したことにより新たに検証の必要性が判明した課題】

- ・ 車載機から車外スマートフォンへの情報伝達の実現方法
- ・ 車載機間を繋ぐリンク層の実現候補、その実現可能性、効率、スケーラビリティ

ユースシナリオ：車両走行実績情報の収集 概略



ユースシナリオ：車両走行実績情報の収集 走行実績情報①生成・蓄積、②集約



ユースシナリオ：車両 走行実績情報の収集 リンク層に対する要求条件等

ユースシナリオ：車両走行実績情報の収集 リンク層に対する要求条件

ユースシナリオ：車両走行実績情報の収集 検討結果(プロトコル等)

→ 「避難情報の配信」と同様

(「リンク層に対する要求条件」については、<車⇔車 接続>のみ)

ユースシナリオ：車両走行実績情報の収集 検討結果まとめ(課題解決の状況)

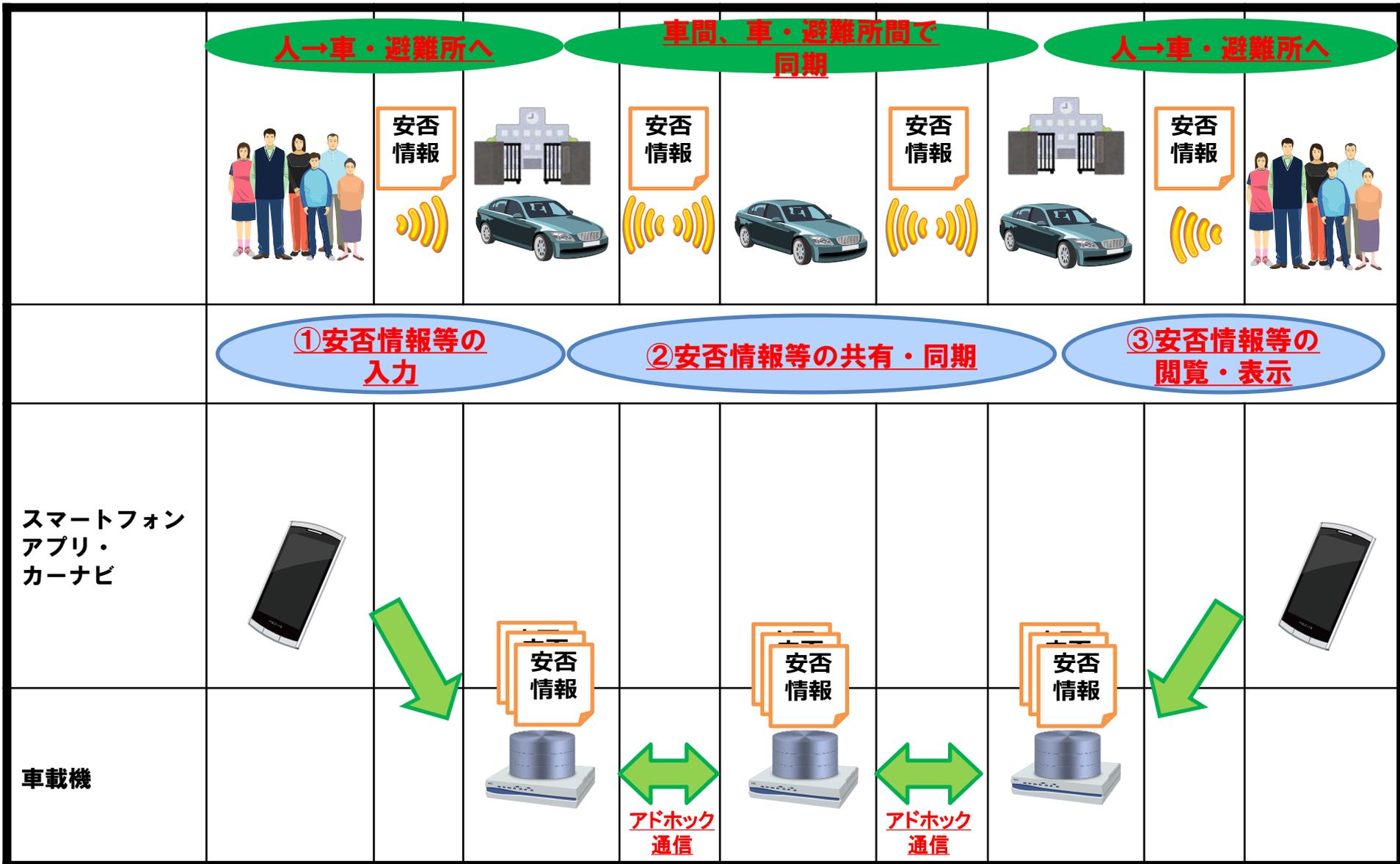
【ユースケース内容から解決が必要とされた課題】

- ・アドホック通信ネットワークのリソース使用の節減
 - 「情報項目」による制御(メッセージへの情報追加)
- ・情報収集サーバへの接続、ルーティング設定、到達確認
 - 情報収集サーバへの要請伝達は、アドホック通信ネットワークの先にあるインターネット網を利用
- ・平時・災害時のモード切替(タイミング、方法、対象エリア設定、解除等)
- ・緊急情報とその他の情報の判別と優先扱い
- ・機器間、ネットワーク間でのインターオペラビリティの確保
 - 後述
- ・発信者の確認・制限(いたずら/なりすまし対策)
- ・個人情報の扱い
- ・情報の入力・表示方法(定型化)
 - アプリケーションで制御(今後検討が必要)

【ユースシナリオを想定したことにより新たに検証の必要性が判明した課題】

- ・車載機間のリンク層の実現候補、その実現可能性、効率

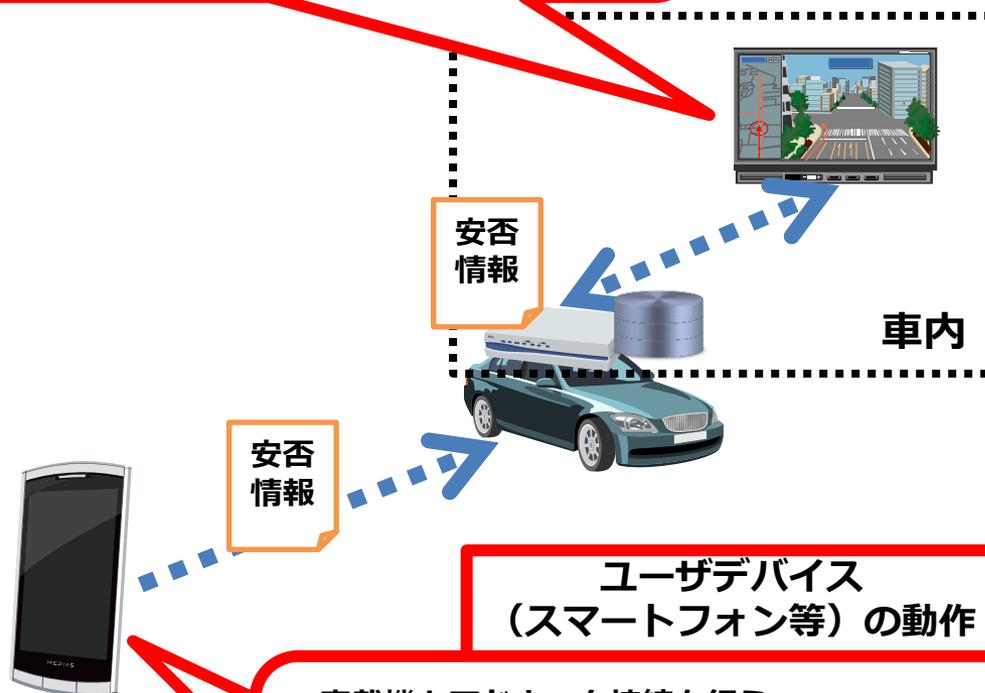
ユースシナリオ：安否情報等の共有 概略



ユースシナリオ：安否情報等の共有 ①安否情報等の入力

車内機器（ナビ等）の動作

- ・災害発生時、安否情報の伝播をONにするか否かをドライバーが判断、手動で設定
- ・上記をONに設定していた場合、車載機で受信した安否情報を保存と情報共有を繰り返す
- ・カーナビから安否情報を入力



ユーザデバイス（スマートフォン等）の動作

- ・車載機とアドホック接続を行う
ユーザーは任意の接続先につながれば良い
- ・ブラウザを起動すると、常に車載機のWebサーバに接続
- ・宛先キーワードを含む安否情報、物資要否情報を入力して、プッシュ型通信を行う

ユースシナリオ：安否情報等の共有 ②安否情報等の共有・同期

アドホックネットワーク形成後は、各ノードが以下の動作により、保持情報リストとデータを送信して情報共有を実施。

- (1)保持情報リストとデータをブロードキャスト
- (2)保持情報リストを受信後、未保持のデータを送信
- (3)以後、繰返し

分散データベース方式

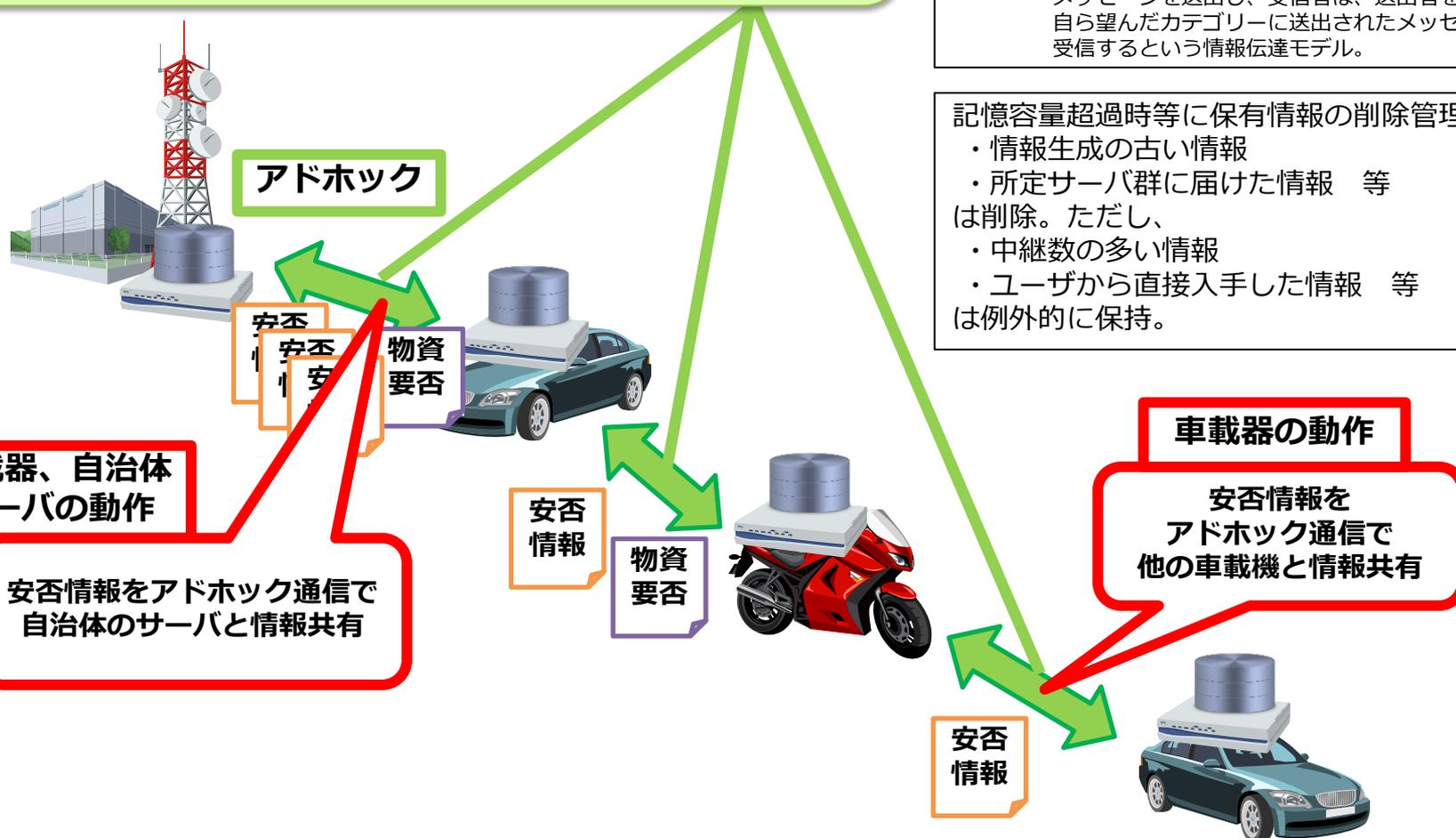
宛先までの経路構築が不要で、大規模対応が可能。

(将来的にはPubSub型モデル※への拡張も可能。)

※ メッセージ送出者が、特定の受信者を想定せずにメッセージを送出し、受信者は、送出者を問わず、自ら望んだカテゴリに送出されたメッセージを受信するという情報伝達モデル。

記憶容量超過時等に保有情報の削除管理が必要

- ・ 情報生成の古い情報
 - ・ 所定サーバ群に届けた情報 等
- は削除。ただし、
- ・ 中継数の多い情報
 - ・ ユーザから直接入手した情報 等
- は例外的に保持。



ユースシナリオ：安否情報等の共有 ③安否情報等の閲覧・表示

災害時は相手がどこにいるかわからない
見つけてもメッセージが届く頃にはいない可能性あり
膨大な数のメッセージの経路を作るのは非効率的
→**プッシュ型とプル型の通信で効率化**



ユースシナリオ：安否情報等の共有 データフォーマット(案)

■ ユーザメッセージ

他者からの検索を容易にするために
電話番号入力などをウェブサイトで誘導

| 項目名 | UserID ユーザID | Name 名前 | Message メッセージ | Signature 署名 | Location 位置情報 | Time 登録日時 | Picture 画像データ |
|-----|-----------------|------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------------|
| ソース | 車載機生成 | 利用者入力 | 利用者入力 | 利用者入力 から車載機 生成 | 車載機生成 | 車載機生成 | 利用者入力 |
| 実装例 | MACアドレ スから生成 | | Unicode ~150文字 | ECDSA&SH A256 | 緯度28bit 経度28bit 高度14bit | 1秒単位68 年分で32bit | サイズ 600x450px base64 |

SNSアカウントにすれば、
SNSへ投稿可能

まずは無効化しておくことも選択肢

■ 車車間通信データ

車載機の保有しない
情報がわかる

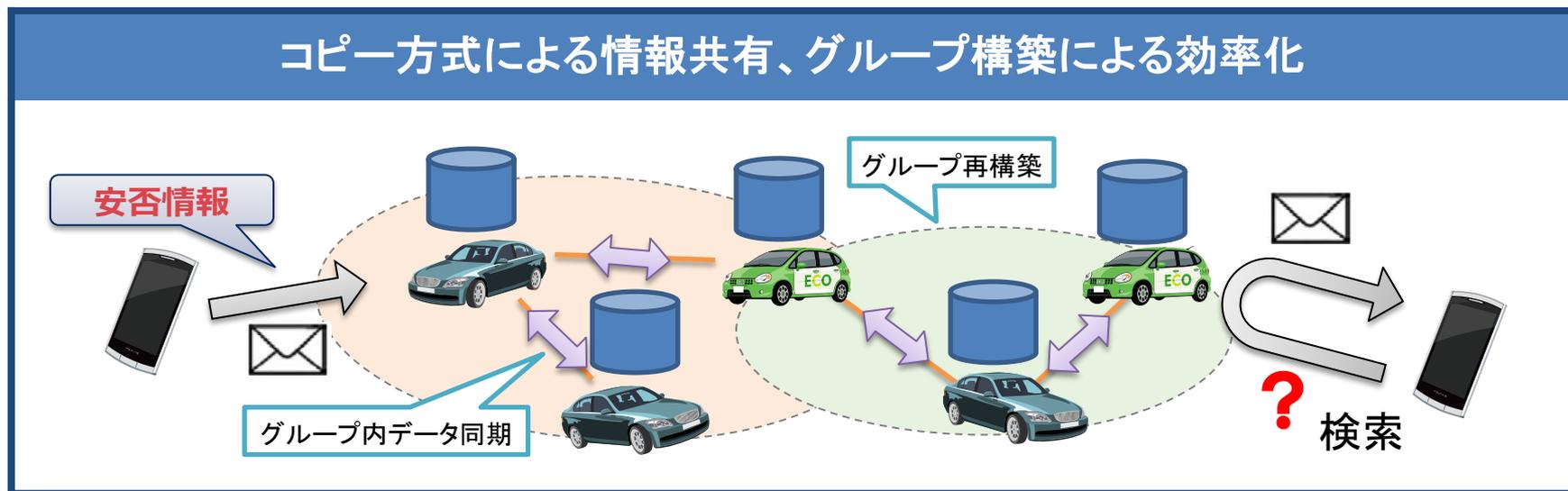
「保有メッセージ関連情報」
から無いメッセージのみ送信

| 項目名 | Summary 保有メッセージ概要 | Number メッセージ件数 | Message 1 ユーザメッセージ 1 | ... | Message n ユーザメッセージ n |
|-----|----------------------------------|-------------------|-------------------------|-----|-------------------------|
| 実装例 | 300万件分とすると Bloom Filter 28bit | 例として16bit 約6万件 | 上述 | | |

- 「保有メッセージ概要」を参照して、次に送るメッセージを選択・送信
- 車載DB間の同期がベースで、伝達先不要
- 経過時間や中継数、サーバアップ実績などの情報で保有メッセージの削除管理も可能

ユースシナリオ：安否情報等の共有 リンク層に対する要求条件

- 分散データベース間のデータ同期の効率化のために、グループ構築が必要。
- コピーであるため情報ごとの宛先は存在せず、宛先までの通信経路の構築は不要。したがって、途絶や遅延への対応も不要。



<車⇄車接続>、<車⇄スマートフォン接続>の無線接続の要求条件は、「避難情報の配信」の場合と同様。

ユースシナリオ：安否情報等の共有 検討結果まとめ(課題解決の状況)

【ユースケース内容から解決が必要とされた課題】

- ・ 発信者の確認・制限(いたずら/なりすまし対策)
- ・ 個人情報の扱い
 - メッセージに電子署名を付与
- ・ 重複送受信の回避・削減(輻輳防止)
 - データベース間で差分情報のみ交換
- ・ 情報鮮度管理(古い情報による混乱防止、伝達終結方法)
 - メッセージに登録日時を付与
- ・ 平時・災害時のモード切替(タイミング、方法、対象エリア設定、解除等)
- ・ 緊急情報とその他の情報の判別と優先扱い
- ・ 機器間、ネットワーク間でのインターオペラビリティの確保
 - 後述
- ・ 情報の入力・表示方法(定型化)
 - アプリケーションで制御(今後検討が必要)

【ユースシナリオを想定したことにより新たに検証の必要性が判明した課題】

- ・ 車載機間のリンク層の実現候補、その実現可能性、効率、スケーラビリティ

ユースシナリオ：安否情報等の共有 検討結果まとめ(プロトコル等)

アプリケーション層

データフォーマット

- データフォーマット：
情報項目（タグ）による構造化

アプリケーション層プロトコル

- アプリケーション層プロトコル：
分散DB(コピー&削除)

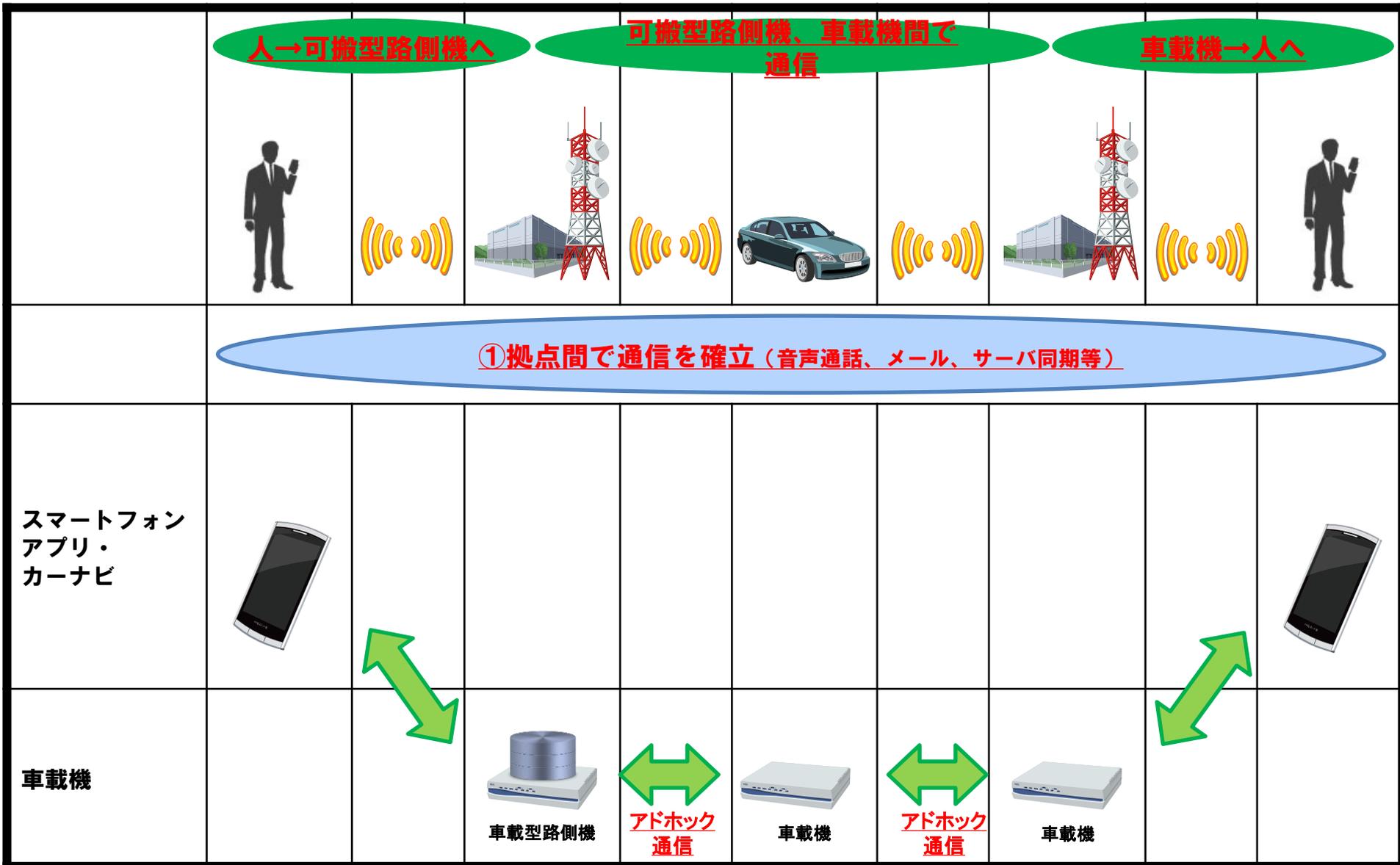
トランスポート層・
インターネット層

- トランスポート層プロトコル：
UDP, TCP, . . .
- ネットワーク層プロトコル：
IPv6, IPv4
- アドレス管理：
固定アドレス, DHCPからの配布

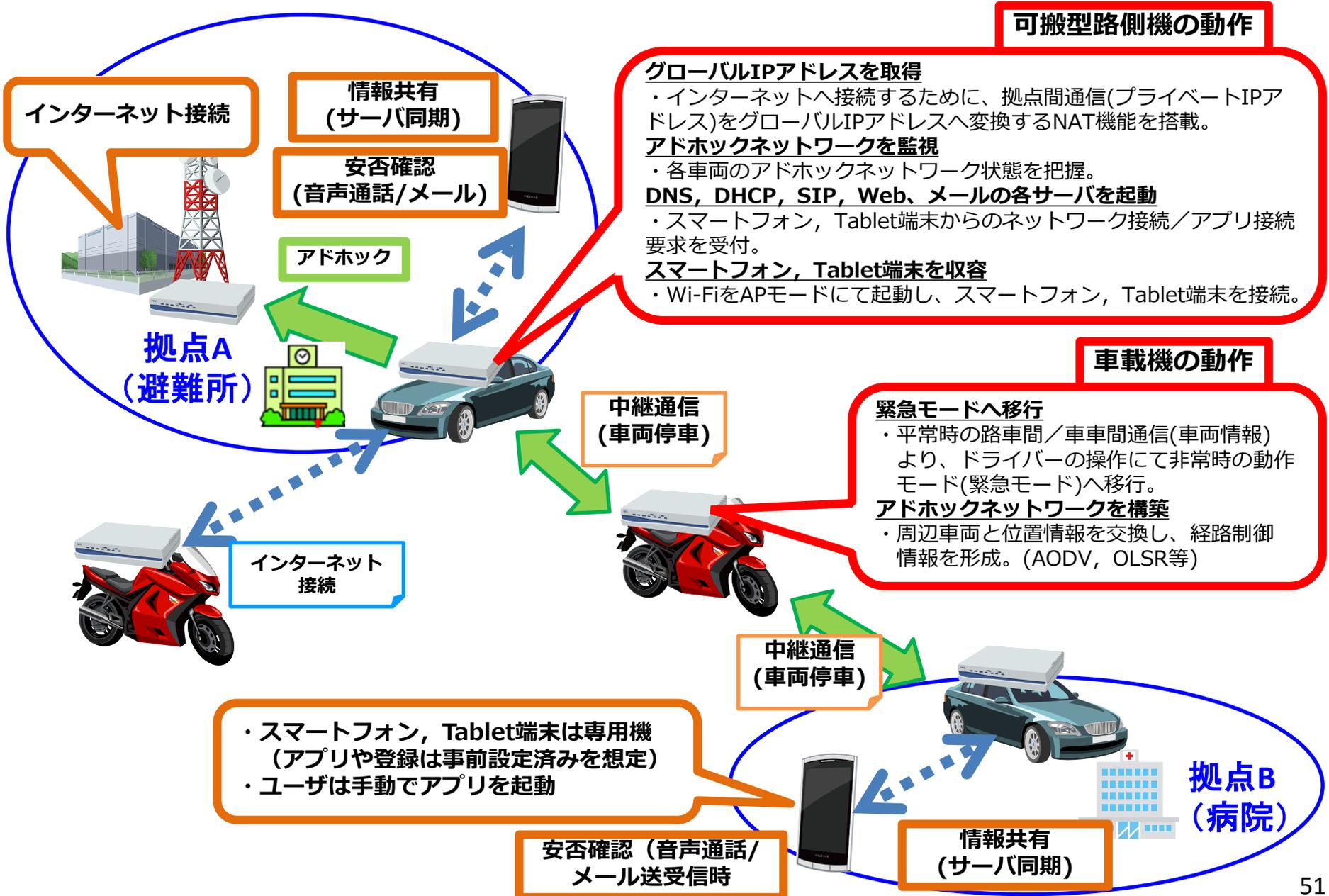
リンク層

ユースケース内容から要求される条件を
検討

ユースシナリオ：拠点間通信 概略



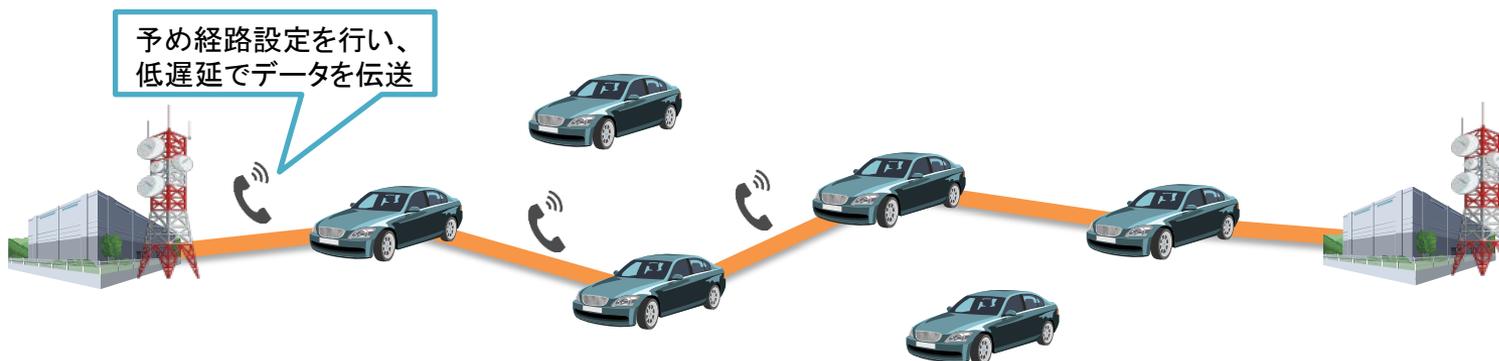
ユースシナリオ：拠点間通信 ①拠点間で通信を確立 (音声通話、メール、サーバ同期等)



ユースシナリオ：拠点間通信 リンク層に対する要求条件

- 拠点間の重要通信を扱うことから、送信者から受信者までの間のノードの移動が少ないことを前提として、当該区間内で経路設定を行い、確実にデータ伝送を行えることが必要。
- 音声通話を実現可能な低遅延性を具備することが必要。

ノード間で予め経路を設定、確実なデータ伝送、低遅延性



ユースシナリオ：拠点間通信 検討結果まとめ(課題解決の状況)

【ユースケース内容から解決が必要とされた課題】

- ・ 車両配置ポイントの設定
 - 事前訓練等に従い、予め設定した位置に車載機を搭載した車両を配置。
- ・ ネットワークの構成・状態把握
 - 車載機が自律的に経路構築を実施。また、可搬型路側機がネットワークの状況監視等を実施。
- ・ 平時・災害時のモード切替(タイミング、方法、対象エリア設定、解除等)
- ・ 緊急情報とその他の情報の判別と優先扱い
- ・ 機器間、ネットワーク間でのインターオペラビリティの確保
 - 後述

【ユースシナリオを想定したことにより新たに検証の必要性が判明した課題】

- ・ 車載機間のリンク層の実現候補、その実現可能性、効率、スケーラビリティ

ユースシナリオ：拠点間通信 検討結果まとめ(プロトコル等)

アプリケーション層

音声/メール

データフォーマット

アプリケーション層プロトコル

- データフォーマット：
情報項目（タグ）による構造化
- アプリケーション層プロトコル：
HTTP, FTP, . . .

トランスポート層・
インターネット層

OLSR/AODV

- トランスポート層プロトコル：
UDP, TCP, . . .
- ネットワーク層プロトコル：
IPv6, IPv4
- アドレス管理：
固定アドレス, DHCPからの配布

リンク層

ユースケース内容から要求される条件を
検討

ユースシナリオ(共通) : 緊急モードへの切替え 緊急モードの特徴

●緊急モード

平時モードから緊急モードへの切替えにより、車載機上で緊急用アプリケーション(避難情報の配信、救助要請の送信、等)が動作を開始。

緊急モードでの車載機の動作には、次の「優先処理」「インターオペラビリティ」の特徴あり。

●優先処理

緊急モードでは、車載機のOSレベルでの制御により、緊急用アプリケーションを平時用アプリケーションよりも優先処理。必要な場合には、平時用アプリケーションの動作を停止。

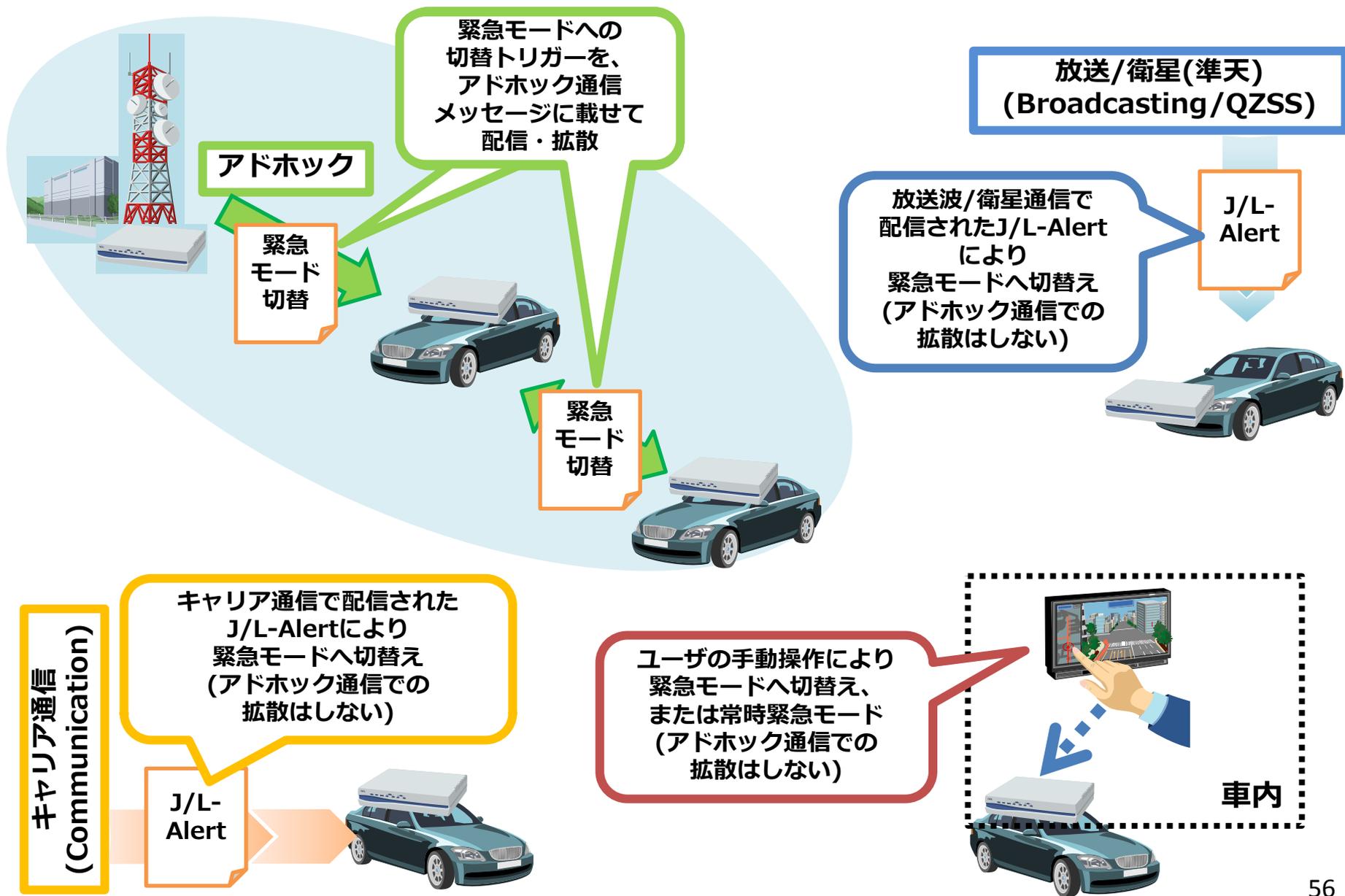
また、同様に車載機のOSレベルでの制御により、緊急用アプリケーションの中でも、避難情報の配信や救助要請の送信等の特に緊急性の高い情報を扱うアプリケーションを優先処理。

さらに、緊急用アプリケーション内で取り扱うデータに優先度ランクの情報が付与されている場合には、当該優先度に従い、アプリケーション内でデータの優先取扱いを実施。

●インターオペラビリティ

緊急モードでは、同一のユースケースを取り扱う場合、異なる製造者の機器間であっても情報のやりとりを可能とし、また、いずれの自治体等が情報発信源となっている場合でも、その情報の伝達を可能とする。

ユースシナリオ(共通) : 緊急モードへの切替え 緊急モードへの切替方法

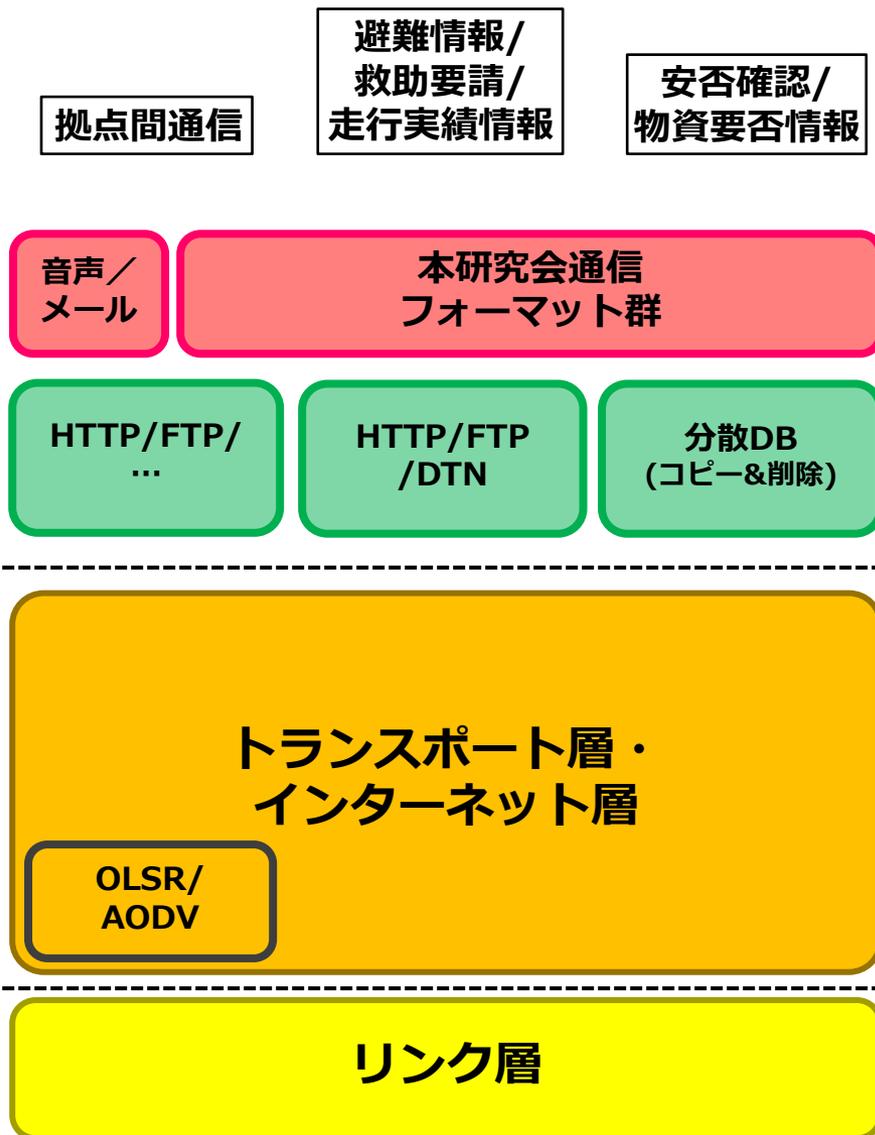


避難情報/救助要請/走行実績情報 データフォーマット(案)

避難情報/救助要請/走行実績情報のアドホック通信ネットワーク内での伝達動作をアプリケーションにより制御するため、データフォーマット内に「情報項目」(タグ)を設定。

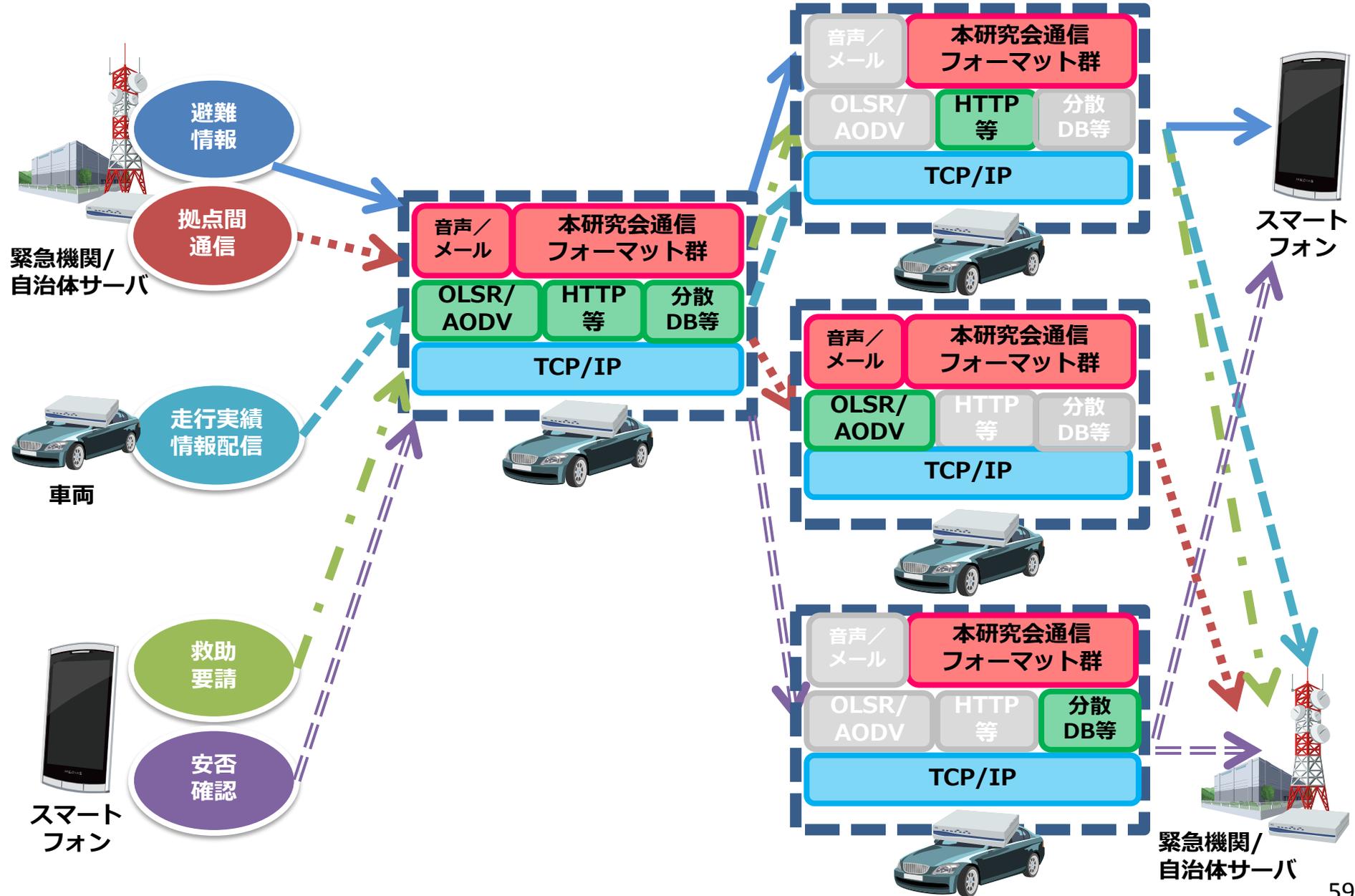
| 項目 | 項目詳細 | XMLコード例 | JSONコード例 | | ユースケース | | | | | | 説明書(パブリック注)による 注記内容 | 備考 | | |
|----|--|---|----------|------------|--------|-------|-------|-------|--------|---------------------------|------------------------|-------|---|---|
| | | | 型 | タグ名 | 避難情報① | 避難情報② | 救助要請① | 救助要請② | 走行実績情報 | ユースケースにおいて 必須 or オプション | | | | |
| 1 | メッセージID メッセージ毎のユニークなID。 メッセージ単位の重複判定に利用される。 災害モードが有効な時のフラグを示す。 0の場合は平時とみなす。 | <msg_id*****/>msg_id | String | id | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | 端末固有のユニークなIDと時間から生成する。 |
| 2 | 災害モード切替フラグ 災害モードが有効な時のフラグを示す。 0の場合は平時とみなす。 | <msg_flag?/>msg_flag | Integer | msg_flag | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | 本メッセージで災害モード切替フラグを1と設定できるのは公共機関のみとする。 |
| 3 | 災害モード有効期間 災害モードの有効期間。 有効期間を過ぎた後は通常モードへ移行する。 | <msg_spr?03112002016/>msg_spr or <msg_spr?86400/>msg_spr | Integer | msg_time | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | 時間は秒で指定? 絶対時間で指定? 災害モードをユーザ側でONにした場合は、有効期間はなしとする。 |
| 4 | 災害モード有効エリア 災害モードを有効にする対象のエリア。 指定方法は円で、中心の緯度/経度/半径の 情報を格納。 | <msg_area <msg_area_lat?35.848430/>msg_area_lat <msg_area_lon?139.747992/>msg_area_lon <msg_area_rad?100/>msg_area_rad </msg_area> | String | msg_area | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | オプション | ○ | 災害モードの切り替え手段によって、必須 or オプションとなる。 手段としては1)衛星、2)放送波、3)7FDホック通信、4)ユーザによる操作の いずれかが考えられるが、特に1)、2)については配信範囲が広域に なるため、本項目は必須と考えられる。 |
| 5 | 有効期間(expired data) 配信する情報の有効期間。 この期間を過ぎた情報は無効となる。 絶対時刻で配信。 情報の有効性を制御する目安。 0の場合はなしで扱われる。 | <exp_data?03112002016/>exp_data | Integer | lifetime | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | MMDHmmyYYYY |
| 6 | ホップ上限 情報のホップを許容する回数。 0の場合はなしで扱われる。 | <hop_limit?/>hop_limit | Integer | hop_limit | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | |
| 7 | ホップ数 情報の現在のホップ回数。 | <hop_cnt?/>hop_cnt | Integer | hop_cnt | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | |
| 8 | 生成元 配信する情報の発信元。 必ず配信する公共機関の市町村(自治体)コードを格納する。 | <src?****/>src | String | from | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | |
| 9 | 配信対象エリア情報 情報を配信するエリア。 指定方法は円で、中心の緯度/経度/半径の 情報を格納。 空欄の場合は配信範囲の指定はしない。 | <ref_lat?35.848430/>ref_lat <ref_lon?139.747992/>ref_lon <ref_rad?100/>ref_rad | String | area | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | オプション | ○ | |
| 10 | 優先度 配信する情報の優先度。 | <prority?/>priority | Integer | pri | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | |
| 11 | ユースケースナンバー どのユースケースの情報が示す数値。 | <uc_num?/>uc_num | Integer | type | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | 0: 避難情報① 1: 避難情報② 2: 救助要請① 3: 救助要請② 4: 走行実績情報 |
| 12 | 配信情報種別 配信する情報の種別。 | <event?/>event | Integer | msg_type | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | 0: 避難情報① 1: 注意報 |
| 13 | 避難必要フラグ 避難が必要な否かのフラグ。 このフラグが有効の場合、発信した端末の位置情報と 照合、端末が対象エリア内にあるかを判定する。 | <evc_flag?/>evc_flag | Integer | evc_level | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | 0: 避難必要 1: 避難不要 # 避難レベルの形にして、ある閾値を超えたときに避難が必要か否かの 判定をさせてもよい。 |
| 14 | 避難所情報 避難所の情報。 位置情報および避難所の名称を格納。 | <evc_info <evc1_info <evc1_lat?35.848430/>evc1_lat <evc1_lon?139.747992/>evc1_lon <evc1_name_jp? X X 小学校/>evc1_name_jp <evc1_name_en? X X E.S./>evc1_name_en </evc1_info </evc_info> | String | evc_addr | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | 避難所の名称は、複数言語による対応が必要 |
| 15 | 発信位置 情報送信者が、情報を発信した位置。 送信者の場所を特定するために利用される。 | <loc_lat?35.848430/>loc_lat <loc_lon?139.747992/>loc_lon | String | loc | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | |
| 16 | 発信 配信情報の発信。 | <dst?****/>dst | String | to | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | 全員(at)もしくは緊急避難(!!)等を優先にする。 また公共機関情報の場合は、公共機関や避難所等に設置されている ゲートウェイを優先とする。 |
| 17 | 被害状況 被害者の被害の状況。 | <injuro?****/>injuro | Integer | state | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | メッセージの定型化が必要 |
| 18 | 走行実績情報 通行した道路の情報。 位置情報と取得した時刻を時系列で格納する。 | <avail_road <road_info_lat?35.848430/>road_info_lat <road_info_lon?139.747992/>road_info_lon <road_info_ta?03112002016/>road_info_ta </avail_road> | String | dr_hist | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | 走行実績を示す情報をどのように集約するか(サイズ)が あるなら連続リンク情報、なければ時系列のGPS情報の 格納が必要 一時的な閉鎖での位置情報および時刻を時系列で格納する形とする。 |
| 19 | 通行者種別 情報送信者の通行種別を示すタグ。 | <vehicle_type?/>vehicle_type | Integer | mob_type | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | 0: 二輪 1: 四輪 |
| 20 | メッセージ情報 ユーザーが入力するメッセージ本文。 | <message? _ />message | String | message | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | オプション | ○ | 避難情報①②の場合は、災害発生の原因や具体的な災害の情報を定型文で 格納する。 日本語の場合、データサイズを小さくする工夫が必要。 また複数言語への対応や、メッセージの定型化などの検討が必要。 文字数については、アプリケーション側で上限を決めてもよい。 救助要請①②の場合はアプリケーション側で、避難情報①②は発着側で 上限を決めるなど。 |
| 21 | インターネット接続フラグ 接続がインターネットに接続可能かどうかを示すフラグ。 | <avail_net?/>avail_net | Integer | netconnect | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | |
| 22 | グループID情報 接続者がどのグループに属しているかを示すタグ。 | <group?****/>group | String | group | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 必須 | ○ | グループ名の略称文字数について検討が必要。 |

各ユースケース プロトコル等



- **アプリケーション層プロトコル：**
 - 拠点間通信：
HTTP, FTP, . . .
 - 避難情報、救助要請、走行実績情報：
HTTP, FTP, DTN, . . .
 - 安否確認、物資要否情報：
分散DB、PubSub, . . .
- **トランスポート層プロトコル：**
UDP, TCP, . . .
- **ネットワーク層プロトコル：**
IPv6, IPv4
ルーティング (OLSR/AODV)
- **アドレス管理：**
固定アドレス, DHCPからの配布

各ユースケース プロトコル等



4. 社会実装に向けて

4-1. システム構築に向けた検討

4-1-1. 無線メディアについての検討

4-1-2. 車載通信機についての検討

4-1-3. スマートフォンアプリについての検討

4-1-4. 平時利用との連続性

4-1-5. 他システムとの連携／拡張性／標準化

4-2. 実証試験による検証

4-2-1. 検討・検証が必要な課題例

4-2-2. 実証試験による課題検証の段階的アプローチ

4-2-3. アドホック通信ネットワークに関連した実証の
取組事例

4-2-4. 実証試験構築の例

無線メディア選択検討の観点

要求条件への対応

- ・車両に搭載可能な無線システムについて、前章で検討した要求条件の観点から評価検証が必要。
- ・既存の無線通信方式によって必要な条件が全て満たされなければ、機能拡張や新たな技術開発等が必要。
- ・無線LANなど既存の無線通信方式の評価や課題の洗い出しを実施した先行的取組も存在。

普及性

- ・車載通信機が携帯端末と接続するケースでは、携帯端末に搭載されている無線通信方式をサポートすることが車載通信機に求められる。
- ・採用する無線通信方式は標準化された方式であることが望ましい。

インターオペラビリティ

- ・同一ユースケースはなるべく同じ無線通信方式により実現されることが望ましいが、車載通信機において複数の無線通信方式をサポートし、状況に応じて切り替えることも考えられる。
- ・複数のユースケースを同一の無線通信方式で実現する場合、各ユースケースにとって、要求条件の観点から必ずしも最適な無線通信方式が採用されるとは限らない。
- ・近傍で他システムにも使用される無線通信方式については、共存性について検討が必要。

車載通信機への実装に関する課題等

アンテナ

- ・車内／車外外付け／車体内蔵等の形態により、無線通信の性能に差異が生じる。
⇒ 各ユースケースの要求条件への適合性も踏まえつつ、実証フィールド試験により関連データを取得して分析することが必要。

車載リソースの効率的活用

- ・車載通信機は、携帯端末と比べて、電源やサイズの制約の観点からは有利であり、携帯端末には実装することが難しい機能にも対応し得る。
- ・非常時のユースケースを実現するため、複数の通信機器やプロトコルを搭載することを前提としつつ、それらの円滑な切り替えや確実な動作を保証するシステムのアーキテクチャを検討することが必要。

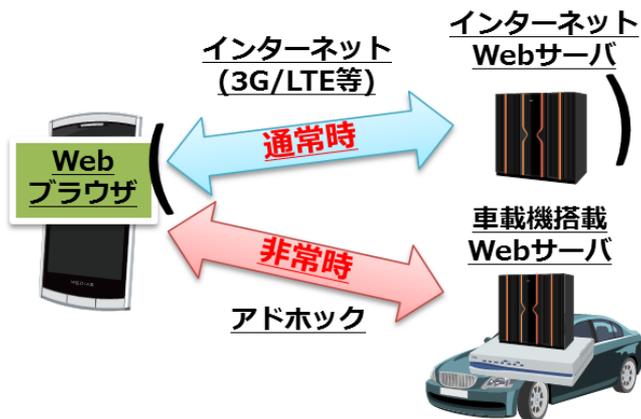
メンテナンス性

- ・車載通信機は、強い物理的耐久性とともに、長期間の利用を前提としてシステムを設計することが必要であり、ソフトウェア更改や機能変更等の実施方法は検討課題。
- ・特に、車載通信機に搭載するアプリケーションは、通常、利用者が自ら変更や更改を実施することが困難であるため、アプリケーションの機能追加等が必要な場合の運用方法も検討課題。

スマートフォンアプリ実装方法の検討

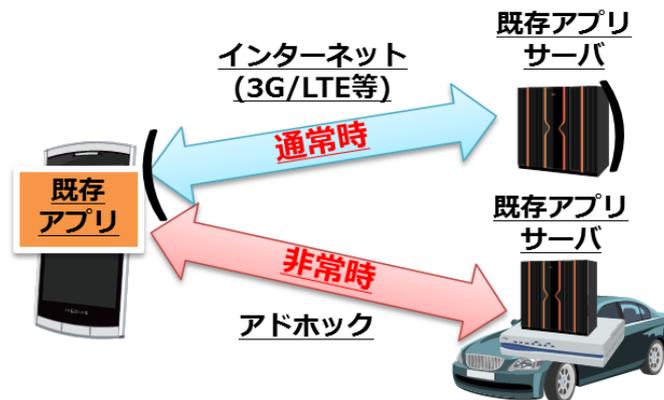
① Webブラウザを利用

- 車載機にWebサーバを利用
- スマートフォンも標準のWebブラウザを利用



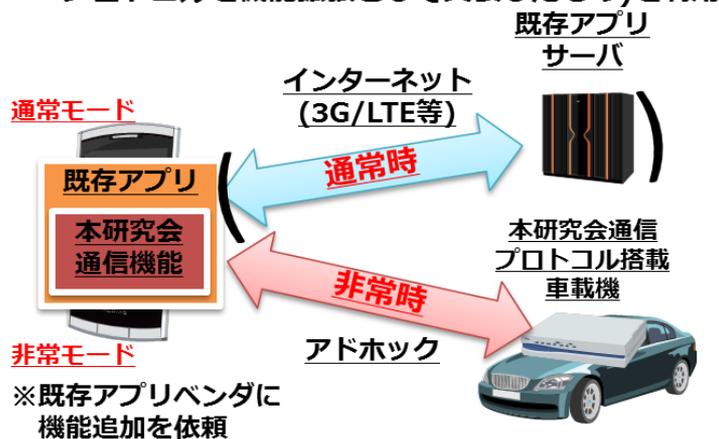
② SNSアプリ、メール/SMS等の既存アプリを利用

- 車載機の既存アプリのサーバを利用
- スマートフォンは既存アプリをそのまま利用



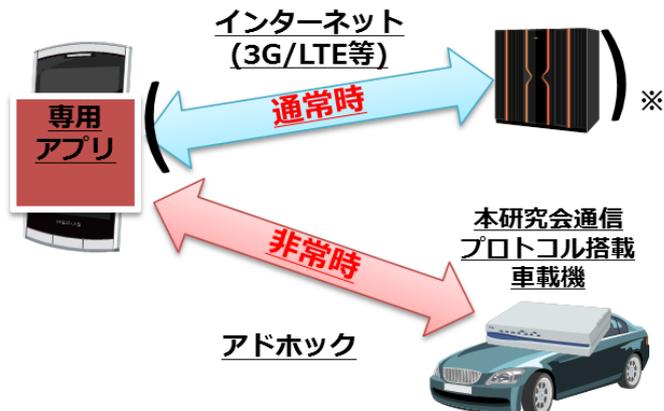
③ SNSアプリ、メール/SMS等の既存アプリを利用(機能拡張※)

- 車載機は本研究会通信プロトコルを利用
- スマートフォンは既存アプリ(本研究会通信プロトコルを機能拡張として実装したもの)を利用



④ 専用アプリを利用

- 車載機に本研究会通信サーバを実装
- スマートフォンは専用アプリ(本研究会通信プロトコルを実装したもの)を利用



※通常時の利用方法には、防災マップを提供する(鎌倉市 goo防災アプリの例)など、検討が必要

スマートフォンアプリ実装方法の検討【避難情報の配信】

| ユースケース実現のための必要要件 | | 特別な操作なしで車載機と接続し 避難情報を受け取りたい | | スマートフォンへアプリ等を 別途配布することは避けたい | システム保守に係る コスト等を低減したい |
|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|--|--|
| 実装方法/評価項目 | | 車載機との 自動接続 | (車載機との接続後の) スマートフォンへの push配信 | 普及性 | メンテナンス性 |
| ① Webブラウザを利用 | 車載機の アクセスポイント プロファイル 配布有 | ○ 自動接続可能 | ✕ 現状Webブラウザの 自動起動は 不可のため、push配信を 受けられない | △ 車載機のアクセスポイントと接続する ためのプロファイル配布が必要 プロファイルだけを配布することは アプリ配布に比べハードルが高い 標準のWebブラウザが利用可能 | △ アプリ側： Webブラウザベンダ側で メンテナンス可能 サーバ側： 車載機側Webサーバで 動作確認が必要 |
| | 車載機の アクセスポイント プロファイル 配布無 | ✕ ユーザは初回のみ車載機の アクセスポイントと 手動で接続する操作が必要 ただし、1回接続すれば 次回以降は自動接続が可能 | | ◎ 別途新規アプリの配布は不要 標準のWebブラウザが 利用可能 | |
| ② SNSアプリ、 メール/SMS等の 既存のアプリを利用 | 車載機の アクセスポイント プロファイル 配布有 | ○ 自動接続可能 | ✕ 通常の既存アプリの メッセージと 避難情報のメッセージとの 区別が困難 | △ 車載機のアクセスポイントと接続する ためのプロファイル配布が必要 プロファイルだけを配布することは アプリ配布に比べハードルが高い | ✕ アプリ側： 既存アプリベンダ側で メンテナンス可能 サーバ側： 車載機側の既存アプリ用の サーバのメンテナンスが必要 (高コスト) |
| | 車載機の アクセスポイント プロファイル 配布無 | ✕ ユーザは車載機の アクセスポイントと 手動で接続する操作が必要 ただし、1回接続すれば 次回以降は自動接続が可能 | | ○ 既存アプリがインストールされていれば 別途新規アプリの配布は不要 | |
| ③ SNSアプリ等の既存アプリを利用 (機能拡張) | | ○ 既存アプリに車載機の アクセスポイントとの 自動接続機能を機能拡張して 実装することで実現可能 | ○ アプリ機能で実現可能 通常のメッセージと避難情報の メッセージとの区別が容易 | ○ 既存アプリがインストール・ アップデートされていれば 別途新規アプリの配布は不要 | △ アプリ側： 既存アプリベンダ側で メンテナンス可能 サーバ側： 車載機側サーバの メンテナンスが必要 |
| ④ 専用アプリを利用 | | ○ 専用アプリに車載機の アクセスポイントとの 自動接続機能を実装することで 実現可能 | ◎ アプリ機能で実現可能 実装の自由度が高い | △ 別途アプリの配布が必要 ただし通信事業社に 標準アプリ化を依頼する ことで対処できる可能性あり | ✕ アプリ側： 専用アプリ向けメンテナンスが 必要(高コスト) サーバ側： 車載機側サーバの メンテナンスが必要 |

スマートフォンアプリ実装方法の検討【救助要請の送信】

| ユースケース実現のための必要要件 | | 特別な操作なしで(文字入力も含む)車載機と接続後スマートフォンから救助要請を送信したい | スマートフォンへアプリ等を別途配布することは避けたい | システム保守に係るコスト等を低減したい | |
|-----------------------------|-----------------------|--|---|--|--|
| 実装方法/評価項目 | | ワンクリックでの救助要請送信(アプリはユーザが手動起動) | 車載機との自動接続 | 普及性 | メンテナンス性 |
| ① Webブラウザを利用 | 車載機のアクセスポイントプロファイル配布有 | × | ○ 自動接続可能 | △ 車載機のアクセスポイントと接続するためのプロファイル配布が必要 プロファイルだけを配布することはアプリ配布に比べハードルが高い 標準のWebブラウザが利用可能 | △ アプリ側: Webブラウザベンダ側でメンテナンス可能 サーバ側: 車載機側Webサーバで動作確認が必要 |
| | 車載機のアクセスポイントプロファイル配布無 | 車載機とスマートフォンが接続しない限りは救助要請は発信不可 救助要請の再送も不可 | × | ◎ 別途新規アプリの配布は不要 標準のWebブラウザが利用可能 | |
| ② SNSアプリ、メール/SMS等の既存のアプリを利用 | 車載機のアクセスポイントプロファイル配布有 | × | ○ 自動接続可能 | △ 車載機のアクセスポイントと接続するためのプロファイル配布が必要 プロファイルだけを配布することはアプリ配布に比べハードルが高い | × |
| | 車載機のアクセスポイントプロファイル配布無 | 文字入力が発生 救助要請の再送は可能 | × | ○ ユーザは初回のみ車載機のアクセスポイントと手動で接続する操作が必要 ただし、1回接続すれば次回以降は自動接続が可能 | × アプリ側: 既存アプリベンダ側でメンテナンス可能 サーバ側: 車載機側の既存アプリ用のサーバのメンテナンスが必要(高コスト) |
| ③ SNSアプリ等の既存アプリを利用(機能拡張) | | ○ 実装方法によっては文字入力を省略可能 救助要請の再送も可能 | ○ 既存アプリに車載機のアクセスポイントとの自動接続機能を機能拡張して実装することで実現可能 | ○ 既存アプリがインストール・アップデートされていれば別途新規アプリの配布は不要 | △ アプリ側: 既存アプリベンダ側でメンテナンス可能 サーバ側: 車載機側サーバのメンテナンスが必要 |
| ④ 専用アプリを利用 | | ◎ 実現方法によっては文字入力を省略可能 実装の自由度が高い 救助要請の再送も可能 | ○ 専用アプリに車載機のアクセスポイントとの自動接続機能を実装することで実現可能 | △ 別途アプリの配布が必要 ただし通信事業社に標準アプリ化を依頼することで対処はできる可能性あり | × |

スマートフォンアプリ実装方法の検討【安否確認等の共有】

| ユースケース実現のための必要要件 | 手動接続を前提として車載機と接続し、プッシュ型通信とプル型通信を行いたい | スマートフォンへアプリ等を別途配布することは避けたい | ユーザが平易に操作できるようにしたい | システム保守に係るコスト等を低減したい |
|------------------------------------|--------------------------------------|---|--|--|
| 実装方法/評価項目 | プッシュ型通信とプル型通信の実現可能性 | 普及性 | ユーザビリティ | メンテナンス性 |
| ① <u>Webブラウザを利用</u> | ◎ 既存ブラウザで実現可能 | ◎ ブラウザ機能のある機器で利用可能 | △ 接続の操作後、Webブラウザを起動してメッセージを入力 | △ アプリ側： Webブラウザベンダ側でメンテナンス可能 サーバ側： 車載機側Webサーバで動作確認が必要 |
| ② <u>SNSアプリ、メール/SMS等の既存のアプリを利用</u> | △ プッシュ型通信に特化したアプリもある | ○ 既存アプリがインストールされている機器で利用可能 | △ 接続の操作後、既存アプリを起動してメッセージを入力 | × アプリ側： 既存アプリベンダ側でメンテナンス可能 サーバ側： 車載機側の既存アプリ用のサーバのメンテナンスが必要（高コスト） |
| ③ <u>SNSアプリ等の既存アプリを利用（機能拡張）</u> | ○ 既存アプリに機能拡張することで実現可能 | ○ 既存アプリがインストール・アップデートされている機器で利用可能 | △ 接続の操作後、アプリを災害モードへ移行して（実装方法次第）メッセージを入力 | △ アプリ側： 既存アプリベンダ側でメンテナンス可能 サーバ側： 車載機側サーバのメンテナンスが必要 |
| ④ <u>専用アプリを利用</u> | ○ 専用アプリに機能を実装することで実現可能 | △ 新規アプリの配布が必要 ただし通信事業社に標準アプリ化を依頼することで対処できる可能性あり | △ 接続の操作後、アプリを起動してメッセージを入力 | × アプリ側： 専用アプリ向けメンテナンスが必要（高コスト） サーバ側： 車載機側サーバのメンテナンスが必要 |

平時利用との連続性／関係組織との協調・連携

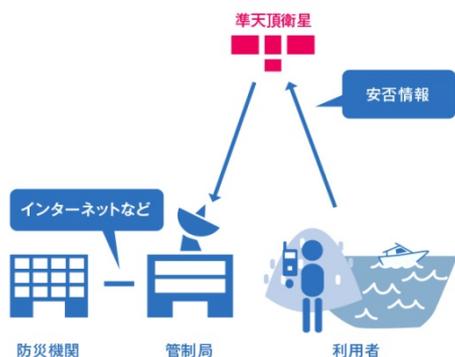
- ・ 災害時専用のシステムを構築することはコスト面から困難な場合が多い。
- ・ ユーザの操作性の観点から、平時においても、災害時システムを一定程度利用していることが望ましい。
- ・ 平時に利用されている通信機器を、災害時において災害対応用に切り替えて利用解放する形で検討を進める。

[平時利用されている車載通信機の例]

- ①公共車両：市バスのバスロケーションシステム、公用車の車両管理
 - ②商業車両：タクシーの決済用通信システム
 - ③一般車両：個人所有車のエンタメやテレマティクス、車体メンテ管理 等
- ・ ①は、災害時にアドホック通信ネットワークを構成するノードとして避難情報の配信や拠点間通信に活用することで、自治体等の災害対応能力の向上に繋がる。
 - ・ ②、③についても、災害時に避難情報の受信等が可能なことは、運転手や利用者にとって安全確保等のメリットがあり、車載通信機の付加価値として認識される可能性がある。
- ⇒ 今後、自治体等と連携し、平時利用のために調達されたシステム等を活用して、非常時利用の実証等を実施することが効果的。

他システムとの連携／拡張性／標準化

- ・ 準天頂衛星や放送など、多様なメディアを使った非常時システムが今後活用されていくことを想定すると、アドホック通信ネットワークとの連携や共存検討が今後の課題。
- ・ 例えば、準天頂衛星システムによる衛星安否確認サービスなど、現在検討が進められている非常時に活用されるシステムについて、アドホック通信ネットワークとの連携やデータベースの相互接続等について検討することは有益。



衛星安否確認サービス「Q-ANPI」

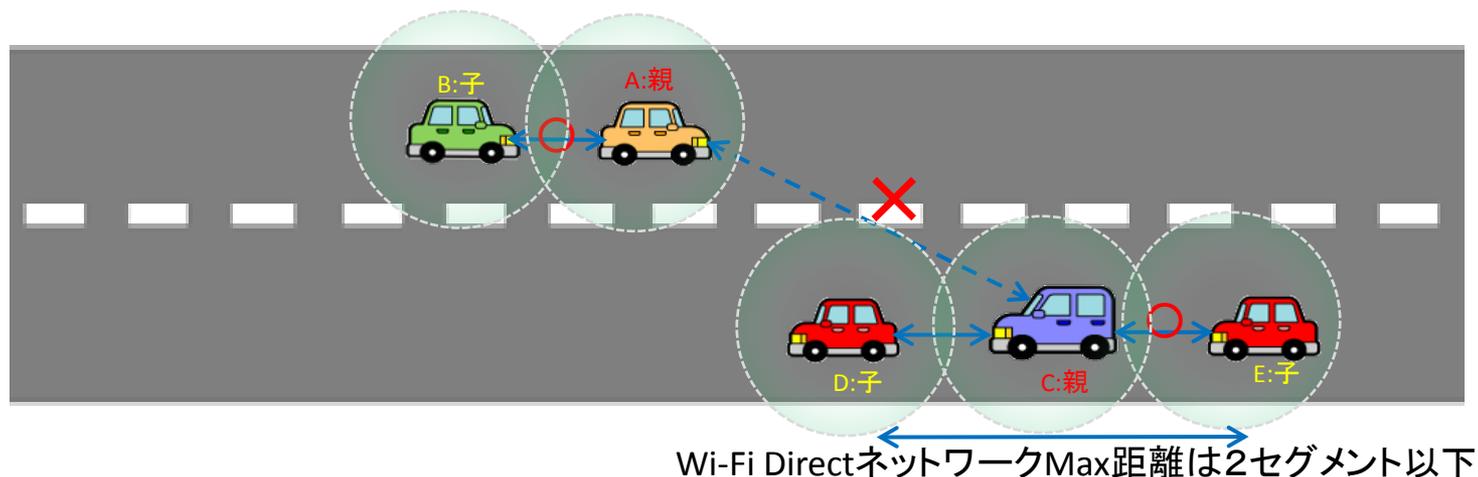
災害時に、避難所の情報を準天頂衛星経由で管制局に送信し収集する手段として利用することが検討されている。衛星経由で避難所の位置や開設の情報及び避難者数や避難所の状況を通知することで、被災状況や孤立した状況の把握など、救難活動に不可欠な情報を伝えることや、近親者が個人を検索できるような利用方法も検討されている。

- ・ また、本研究会で主要な検討対象としなかったケース（例えばスマートフォンによるリレー式情報共有、人口密集地におけるマルチキャストによる一斉情報配信等）について、非常時に限らず実現方法や連携方策等を検討していくことも課題。

実装に向けて検討・検証が必要な課題例(ネットワーク構築)

- 別々のWi-Fiネットワークが近接した際の通信 (Wi-Fi Directの制約)
Wi-Fiネットワークは1つの親に対して複数の子が接続するという構造のため、既に構築済みのネットワークが近接しても異なるネットワークとの通信が行えない。
⇒データ受け渡し終了後、ネットワーク解除?
- Wi-Fi Directによるネットワーク距離は2セグメント以下の制約がある (子-親-子)
⇒Wi-Fi多段接続の接続方式で検討?

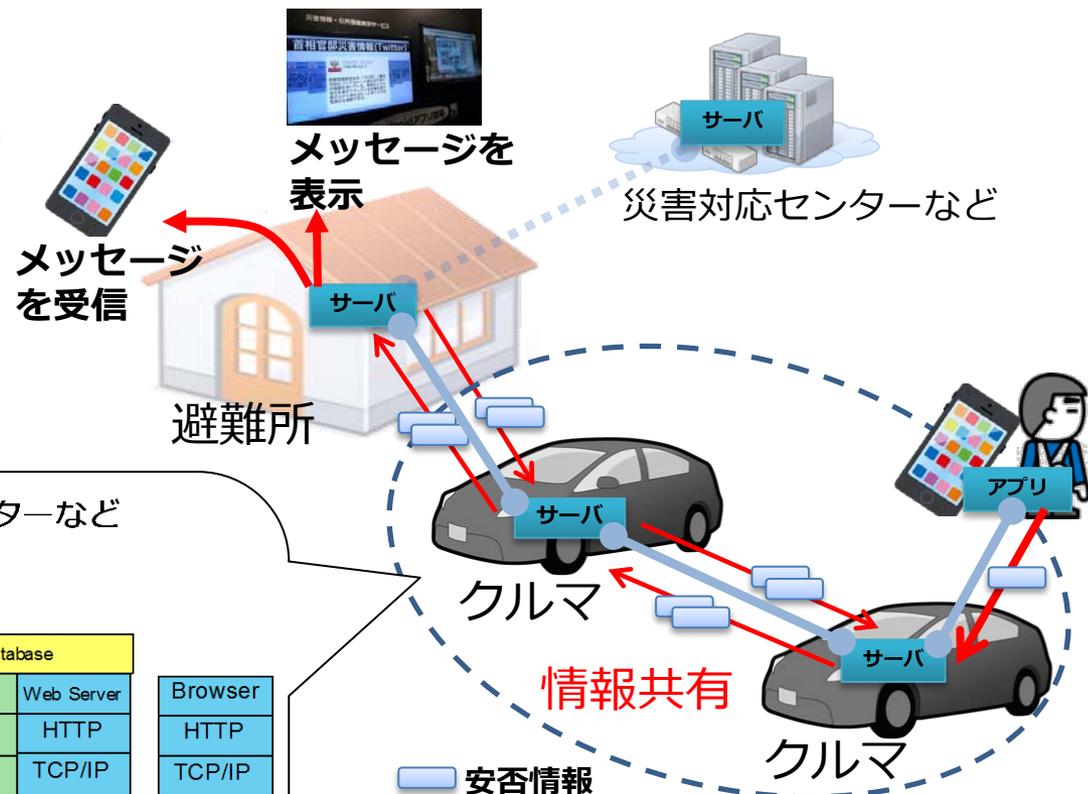
例) (A,B) と (C,D,E) が既にWi-Fiネットワークを構築した状態ですれ違ったとしてもAとCの間にWi-Fiネットワークが構築されないため通信が行えない。



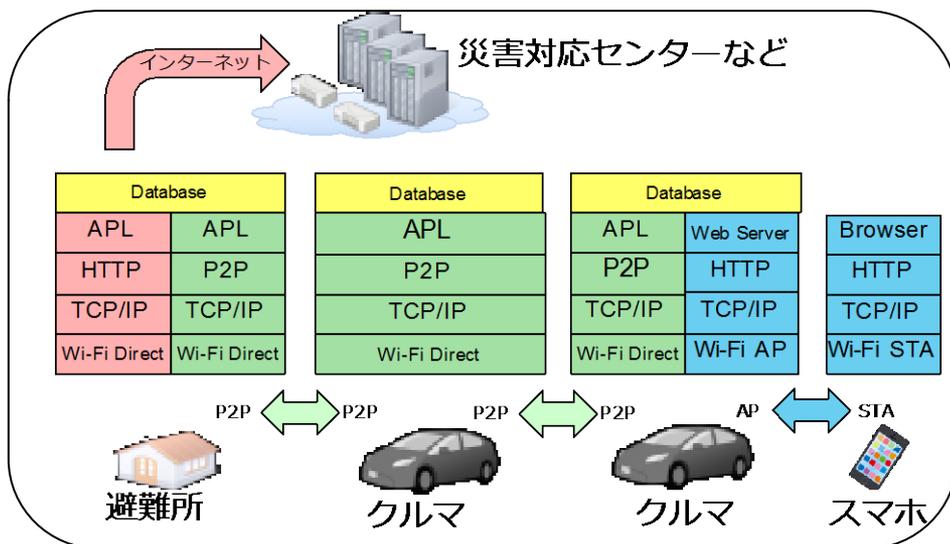
- 大規模実証実験に向けた信頼性UPと状態監視システムの検討
サーバーと連携したリモート状態監視、必要に応じてリモート操作。

実装に向けて検討・検証が必要な課題例(安否情報等の共有)

- 標準的なメッセージプロトコル
(安定性・相互接続性)
- 無線接続・情報共有の効率化
- 車載システムアーキテクチャ



通信構成イメージ



アドホックネットワーク

実証試験による課題検証の段階的アプローチ

アドホック通信基本機能の検証

- ・現時点で実利用可能な技術により機器・システムに実装した際に、通信機器同士の接続性や、実際に情報を拡散できるかといった基本機能を確認し、アドホック通信ネットワーク構築のフィージビリティを検証する。

(例) ノード間で情報の受け渡しを行えるか、マルチホップによる情報伝達を行えるか、等

ユースケース実現に向けた実証

- ・ユースケースを実現するために必要な情報の伝達・拡散を効率的に行うことができるか等の観点から、アドホック通信に係る各種方式やパラメータの検証、最適化を実施する。

(例) モード切り替え方式、マルチホップの際のホップ上限数、情報有効期限、等

インターオペラビリティ(相互接続性、共存性)の検証

- ・異なるベンダーの機器や異システム間で必要なインターオペラビリティ等が確保されているかを検証する。
- ・特に、無線システムの共存性については、電波利用環境(無線局の存在密度等)の異なる状況を設定できることが望ましい。

実スケール実証 / 拡張性の検討

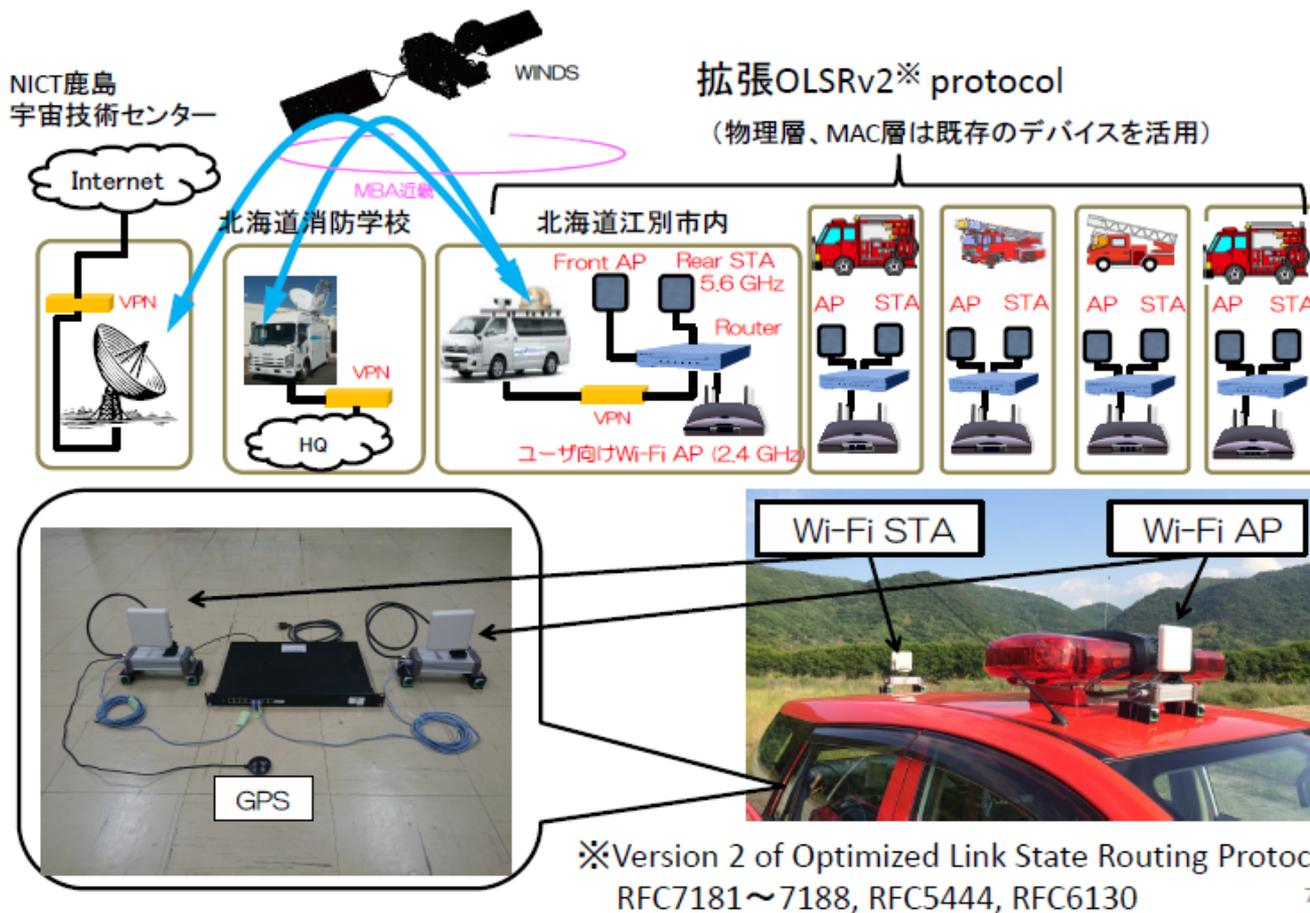
- ・実フィールドで、自治体や自動車利用者等のシステム利用者と連携して、機器・システムのユーザビリティ、スケーラビリティ(大規模化が可能か)等を検証する。

無線LANを活用した車載機の通信接続試験例



路上脇に簡易基地局を設置、移動体との情報共有

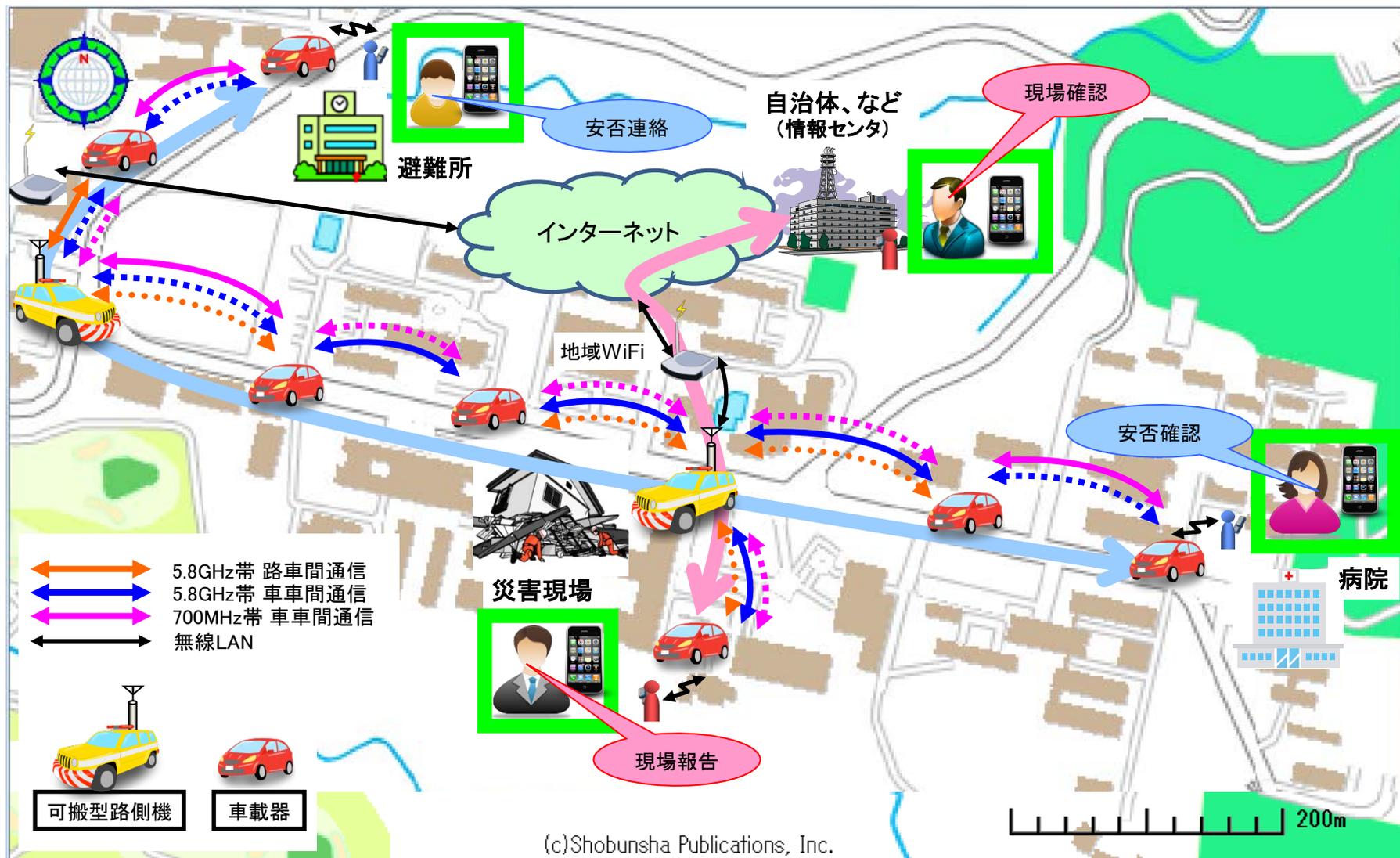
無線LANを活用した車載機の通信接続試験例



7



車載無線通信を活用した災害時車両間ネットワークの構築試験例

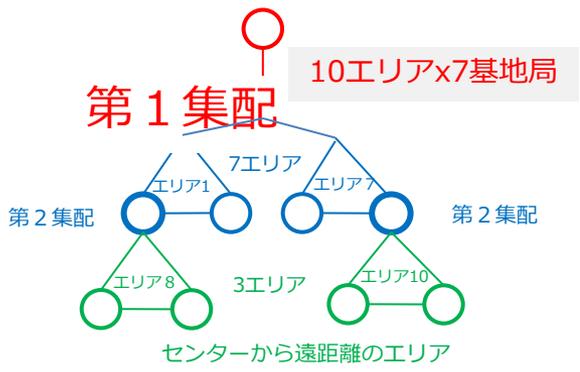


ユースケース(安否情報等の共有)を設定した実証試験構築の例



10エリア x 7基地局
=計70台
(移動体基地局がベター)

10エリア x 3台
=計30台



リアルタイム性が必要な区間は
移動基地局で固定Wi-Fiネットワーク構築
(机上テストでV2Xユニット4台接続 約3 Mbps)

100m 約200~250m x 3100m

- ・ 基地局間循環車両（専用車両）による巡回パトロールと情報伝達
- ・ 情報集配中継点を設けて確実に情報伝達、階層化されたエリアネットワークでセンターと情報共有
- ・ スケーラブル/低コストで信頼性の高い情報共有基盤⇒できるところから始めて拡大